



HEIDENHAIN



直线光栅尺

用于NC数控机床

2005年9月



更多信息，请访问www.heidenhain.com.cn
或来函索取。

产品样本：

- 敞开式直线光栅尺
- 角度编码器
- 旋转编码器
- HEIDENHAIN后续电子设备
- HEIDENHAIN数控系统
- 机床检测和验收测试用测量系统

技术信息样本：

- 进给轴精度
- 单场扫描封闭式直线光栅尺
- EnDat 2.2 – 位置编码器用的双向数据传输接口
- 直接驱动用编码器

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HEIDENHAIN产品仅以订购时有效的样本为准。

有关相应的适用标准（ISO，EN等），
请见样本中的特别标注。

DIADUR和AURODUR是德国Traunreut处的
DR. JOHANNES HEIDENHAIN公司的注册
商标。

目录

概要			
		直线光栅尺	4
		选型指南	6
技术特性和安装信息			
		测量原理	测量基准
			绝对测量法
			增量测量法
			光电扫描
		测量精度	
		机械结构类型和装配	
		一般机械数据	
技术参数			
直线光栅尺	定位时推荐的测量步距	产品系列或型号	
用于绝对位置测量	至0.1 μm	LC 400系列	18
		LC 100系列	20
高重复性的增量直线测量	至0.1 μm	LF 481	22
		LF 183	24
用于增量直线测量	至0.5 μm	LS 487	26
		LS 187	28
用于长测量范围的增量直线测量	至0.1 μm	LB 382 – 单段	30
		LB 382 – 多段	32
电气连接			
		增量信号	~ 1 VPP
		绝对位置值	EnDat
			Fanuc和Mitsubishi
		电气连接元件和电缆	
		一般电气信息	
		信号处理电子设备	
		HEIDENHAIN测量设备	

NC数控机床用直线光栅尺

HEIDENHAIN公司的NC数控机床用直线光栅尺具有广泛的应用范围。它是机床或其他设备闭环控制轴的理想选择，例如铣床、加工中心、镗床、车床和磨床。直线光栅尺动态性能出色，运动速度高度可靠和其测量方向的加速度能力使它能满足常规轴和直接驱动设备对高动态性能的要求。

HEIDENHAIN也提供其它应用所需的直线光栅尺，例如

- 手动操作的机床
- 冲压机和弯板机
- 自动化生产设备

欢迎索取更多信息，或访问
www.heidenhain.com.cn。

直线光栅尺的优点

直线光栅尺测量直线轴位置时不存在任何附加的机械传动元件。在直线光栅尺位置控制环中已包括了所有进给机构。安装在滑板上的直线光栅尺可以检测出机械传递误差并能在控制系统电路中给予修正。因此，它能消除潜在的误差源：

- 由于滚珠丝杠温度特性导致的位置误差
- 反向间隙
- 滚珠丝杠螺距误差的运动特性误差

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

机械结构

NC数控机床用的直线光栅尺采用封闭式结构：铝制外壳可以保护光栅尺、扫描单元和轨道免受灰尘、切屑和切削液的影响。自动向下压下的弹性密封条保持外壳的密封。

扫描单元的运动轨道摩擦力很小，轨道内置在光栅尺上。联轴器将扫描架和安装块连接在一起并补偿光栅尺和机床导轨的不对正误差。

对不同的光栅尺型号，光栅尺和安装块之间允许 ± 0.2 至 ± 0.3 mm的横向和轴向误差。



温度特性

切削速度的提高和全封闭机床的广泛应用使机床防护罩内的温度不断提高。由于直线光栅尺的温度特性直接决定着机床加工精度，因此，直线光栅尺的温度特性指标越来越重要。

一般来说，直线光栅尺的温度特性应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是确定的和可重复的。HEIDENHAIN公司的直线光栅尺就是为这种应用而特别设计生产的。

HEIDENHAIN公司的直线光栅尺所用的光栅基体具有确定的热膨胀系数（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。

动态性能

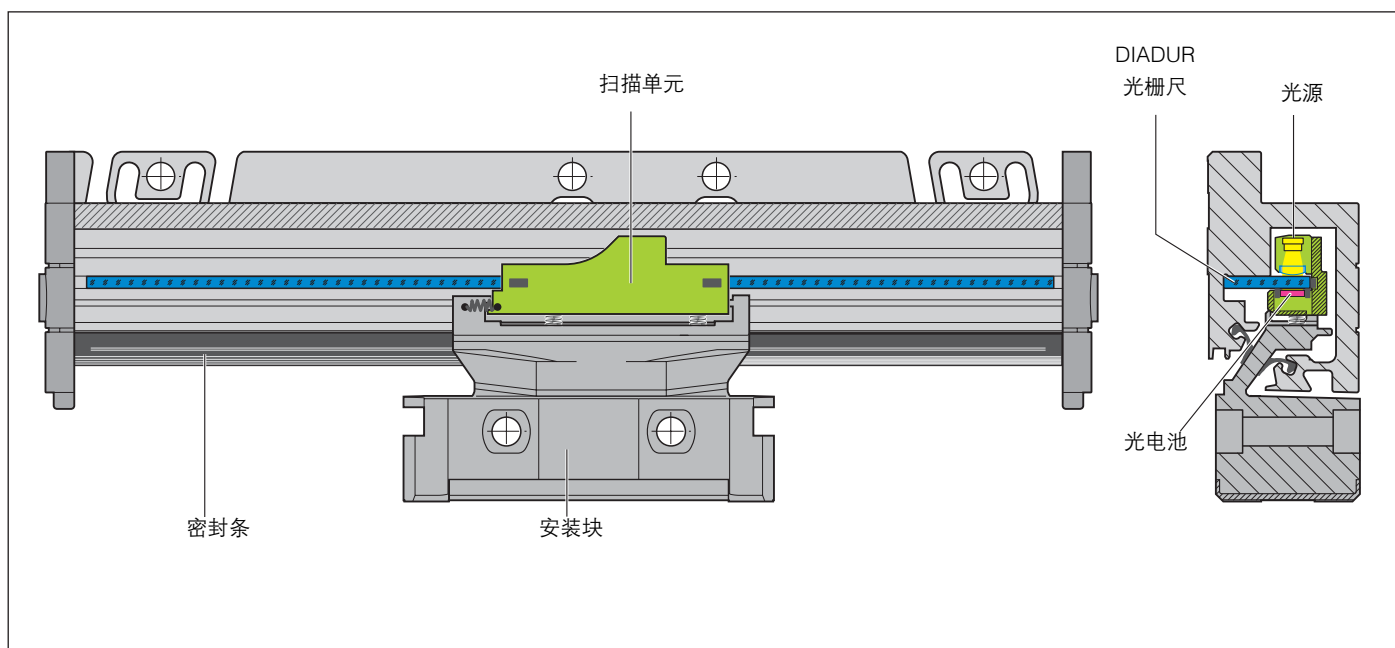
机床效率和机床性能的不断提高必然要求更大的进给速率和更高的加速度，同时还必须保持高水平的加工精度。要快速和准确地传递进给运动，就要求机床和直线光栅尺具有很高的刚性。

HEIDENHAIN公司的直线光栅尺在测量方向具有很高的刚性。这是机床达到高质量和高精度运动轨迹的基础。此外，光栅尺运动部件质量轻也有利于它的动态性能。

可靠适用

机床进给轴的运动行程非常长，三年的运动行程通常要达到10000 km。因此，光栅尺的长期稳定和坚固可靠显得格外重要：它是保证机床稳定可用的基础。

由于HEIDENHAIN公司的直线光栅尺在设计中充分考虑了各个细节，即使光栅尺工作多年后依然能正常使用。它的使用寿命长是因为采用非接触的光电扫描法扫描测量光栅尺，而且光栅尺外壳中的扫描光栅采用滚珠导轨结构。这种密封结构，加上特殊的扫描原理和通过压缩空气建立正压环境的支持使HEIDENHAIN公司的直线光栅尺具有极强的抗污染能力。完善的防护措施确保了高水平的抗电气噪声的能力。

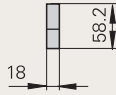


LC 183封闭式直线光栅尺结构示意图

选型指南

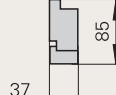
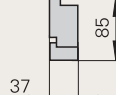
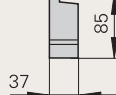
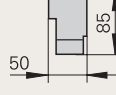
纤细外壳的直线光栅尺

纤细外壳的直线光栅尺主要用于**安装空间有限**之处。如果使用安装板或固定元件，可实现较大测量范围和支持更高加速度载荷。

	截面	测量步距 ¹⁾	精度等级	测量长度
绝对直线测量 玻璃光栅尺		至0.1 μm	± 5 μm ± 3 μm	70 mm至1240 mm 带安装板或固定元件: 70 mm至2040 mm
高重复性的增量直线测量 - 钢光栅尺 - 信号周期小		至0.1 μm	± 3 μm ± 2 μm	50 mm至1220 mm
增量直线测量 玻璃光栅尺		至0.5 μm	± 5 μm ± 3 μm	70 mm至1240 mm 带安装板: 70 mm至2040 mm

标准外壳直线光栅尺

标准外壳的直线光栅尺的突出特点是**结构坚固、抗振能力强和测量范围大**。扫描单元与安装块由倾斜片相连接，允许安装块在垂直和倾斜方向安装，并具有相同的防护等级。

绝对直线测量 玻璃光栅尺		至0.1 μm	± 5 μm ± 3 μm	140 mm至4240 mm
高重复能力的增量直线测量 - 钢光栅尺 - 信号周期小		至0.1 μm	± 3 μm ± 2 μm	140 mm至3040 mm
增量直线测量 玻璃光栅尺		至0.5 μm	± 5 μm ± 3 μm	140 mm至3040 mm
大测量范围的增量直线测量 钢带光栅尺		至0.1 μm	± 5 μm	440 mm至30040 mm

¹⁾ 推荐用于位置测量

²⁾ 2006年上市

扫描原理	增量信号 信号周期	绝对式接口 类型	型号	页
单场扫描	$\sim 1 V_{PP}; 20 \mu m$	EnDat 2.2	LC 483 ²⁾	18
	–	Fanuc 02	LC 493F ²⁾	
	–	Mitsubishi	LC 493M ²⁾	
单场扫描	$\sim 1 V_{PP}; 4 \mu m$	–	LF 481	22



LC 483



LS 487

单场扫描	$\sim 1 V_{PP}; 20 \mu m$	EnDat 2.2	LC 183 ²⁾	20
	–	Fanuc 02	LC 193F ²⁾	
	–	Mitsubishi	LC 193M ²⁾	
单场扫描	$\sim 1 V_{PP}; 4 \mu m$	–	LF 183	24
单场扫描	$\sim 1 V_{PP}; 20 \mu m$	–	LS 187 ²⁾	28
单场扫描	$\sim 1 V_{PP}; 20 \mu m$		LB 382	30



LC 183



LF 183



LB 382

测量原理

测量基准

HEIDENHAIN公司的光学扫描型编码器的测量基准是周期刻线 – 光栅。光栅刻制在玻璃或钢制材料上。用于大长度测量的光栅尺基体为钢带。

精密光栅的光刻制造工艺有多种。光栅的刻制方法有：

- 在玻璃上镀坚固的铬线
- 在镀金钢带上蚀刻线条，或者
- 在玻璃或钢材上蚀刻三维结构的栅格。

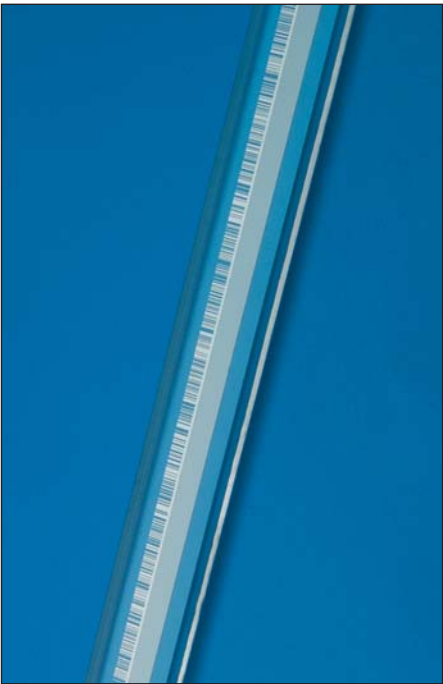
用HEIDENHAIN公司开发的这些光刻制造工艺生产的光栅的典型栅距为40 μm至4 μm。

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且均匀。再加上采用光电扫描法，这些边缘清晰的刻线是输出高质量信号的关键。

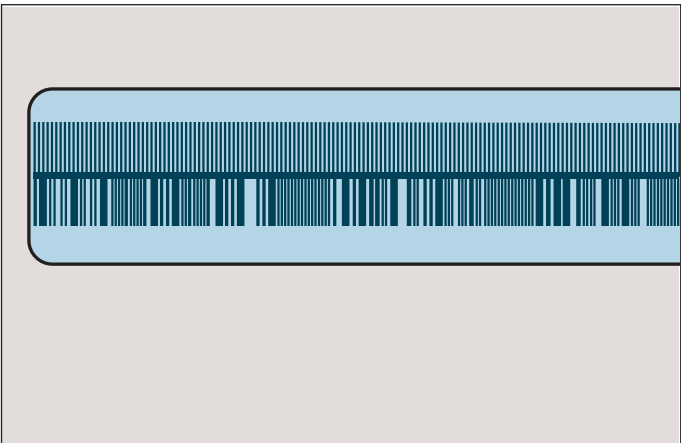
母版光栅采用HEIDENHAIN定制的精密刻线机制造。

绝对测量法

如果采用**绝对测量方法**，当编码器通电时就可立即得到位置值并被提供给后续电子设备供其随时读取。而无需移动机床轴去找参考点位置。绝对位置值信息**来自光栅尺**，在光栅尺上刻有一系列绝对编码线。单独的增量刻轨通过信号细分提供高分辨率的位置值，同时也能生成供选用的增量信号。



绝对式直线光栅尺的光栅



带增量刻轨的绝对编码结构的光栅尺示意图（图示为LC 483）

增量测量法

增量测量法的光栅采用周期性的光栅刻线。位置信息是通过计算自某点开始的增量数（测量步距）获得的。由于必须用绝对参考点确定位置值，因此在光栅尺或光栅带上还刻有一个带参考点的轨道。由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内。因此必须通过扫描参考点来建立绝对参考点或定位上次选择的原点。

有时，机床运动的行程较大。为快速和简化“参考点回零”操作，许多光栅尺上刻有带距离编码的参考点 – 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（一般只有数毫米）（见表），后续电子设备就能找到绝对参考点。

凡型号后带字母“C”的为带距离编码参考点的光栅尺（例如LS 487C）。

带距离编码参考点的光栅尺，其绝对参考点位置通过累计两个参考点间信号周期数并用以下公式计算：

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

其中：

$$B = 2 \times MRR - N$$

其中：

P₁ = 信号周期中代表所移过的第一个参考点的位置

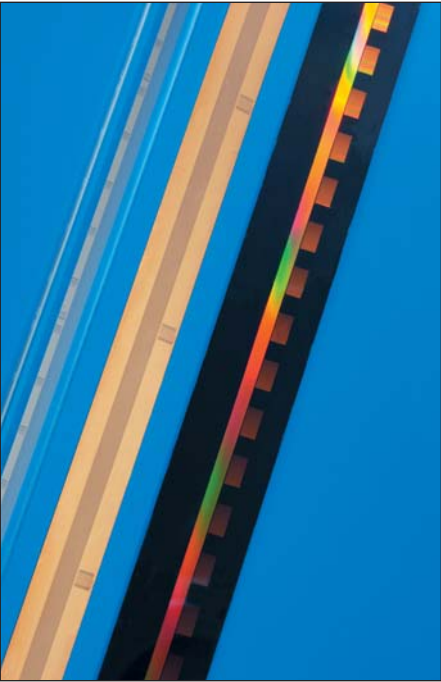
abs = 绝对值

sgn = 代数符号函数（“+1”或“-1”）

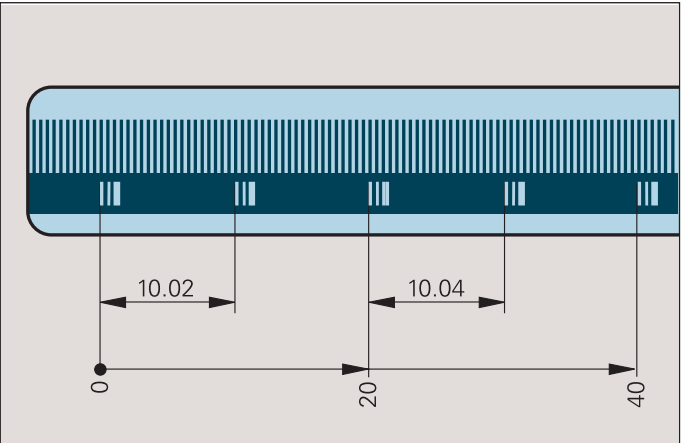
MRR = 所移过的参考点之间的信号周期数

N = 信号周期中两个固定参考点之间的名义增量值（见表）

D = 移动方向（+1或-1）。扫描单元向右移动（如果正确安装的话）等于+1。



增量式直线光栅尺的光栅



带距离编码参考点的增量式光栅的示意图（图示为LS）

	信号周期	以信号周期为单位的 名义增量数 N	最大移动 距离
LF	4 μm	5000	20 mm
LS	20 μm	1000	20 mm
LB	40 μm	2000	80 mm

光电扫描

大多数HEIDENHAIN公司的编码器都采用光电扫描原理。光栅尺的光电扫描是非接触式的，因此无摩擦。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。

光栅尺栅距越小，光电扫描的衍射现象越明显。HEIDENHAIN公司的直线光栅尺采用两种扫描原理：

- **成像扫描原理**，用于20 μm 和40 μm 栅距的光栅尺。
- **干涉扫描原理**，用于栅距8 μm 或更小的光栅。

成像扫描原理

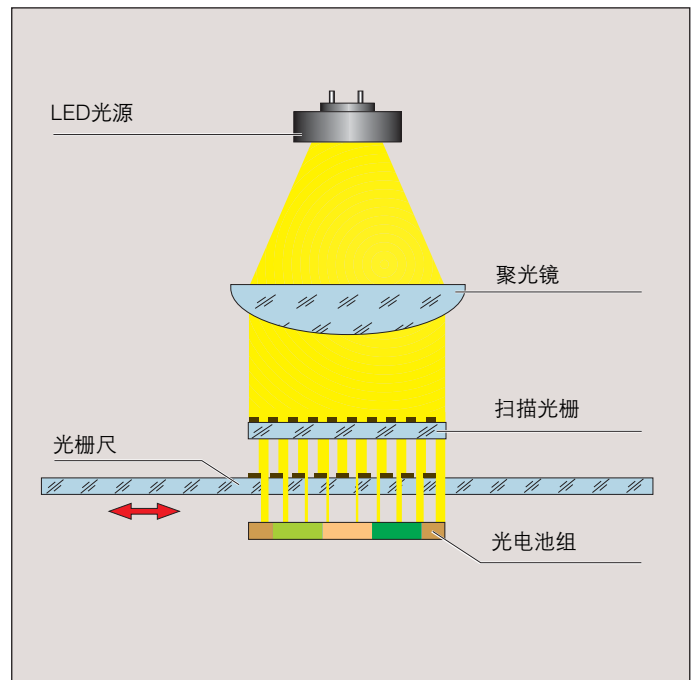
简单的说，成像扫描原理是采用透射光生成信号：栅距相同或相近的光栅尺和扫描光栅彼此相对运动。扫描光栅的基体是透明的，而作为测量基准的光栅尺可以是透明的也可以是反射的。

当平行光穿过一个光栅时，在一定距离处形成明/暗区，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，则光线无法通过。

一组规则排列的光电池将这些光强变化转换成电信号。特殊形式的扫描光栅将光强调制为正弦输出信号。栅距越小，扫描光栅和光栅尺间的间距越小，公差越严。

LC、LS和LB直线光栅尺采用成像扫描原理。

成像扫描原理



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测量移动量的信号。

阶梯状光栅作测量光栅尺：在平滑反光面上刻制线高0.2 μm的反光线。光栅尺的前面是扫描光栅，其栅距与光栅尺的栅距相同。

光波照射到扫描光栅时，光波被衍射为三束光强近似的光：-1、0和+1。光栅尺所衍射的光波中，反射光的衍射光强最强的光束为+1和-1。这两束光在扫描光栅的相位光栅处再次相遇，又一次被衍射和干涉。它形成三束光，并以不同的角度离开扫描光栅。光电将这些交变的光强变化转化成电信号。

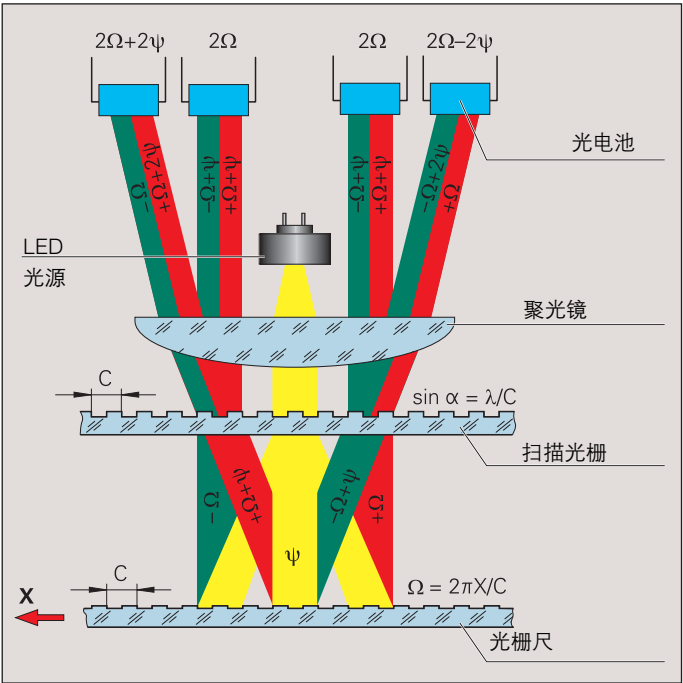
扫描光栅与光栅尺的相对运动使衍射光产生相位移：当光栅移过一个栅距时，前一级的+1衍射光在正方向上移过一个光波波长，-1衍射光在负方向上移过一个光波波长。由于这两个光波在离开扫描光栅时将发生干涉，光波将彼此相对移动两个光波波长。也就是说，相对移动一个栅距可以得到两个信号周期。

干涉光栅尺的栅距一般为8 μm、4 μm甚至更小。其扫描信号基本没有高次谐波，能进行高倍率细分。因此，这些光栅尺适用于高分辨率和高精度应用。

LF系列光栅尺是采用干涉扫描原理的封闭式直线光栅尺。

干涉扫描原理（光学示意图）

- C 栅距
- Ψ 移过扫描单元时光波的相位变化
- Ω 光栅尺X方向运动得到的相位变化



测量精度

决定直线光栅尺测量精度的主要因素有：

- 光栅刻线质量
- 扫描质量
- 信号处理电路质量
- 扫描光栅导轨与光栅尺间误差

其中必须区分两种位置误差，一种是相对较大行程（例如全量程）的和另一种单信号周期内的。

测量范围上的位置误差

封闭式直线光栅尺精度分为不同精度等级，其定义如下：

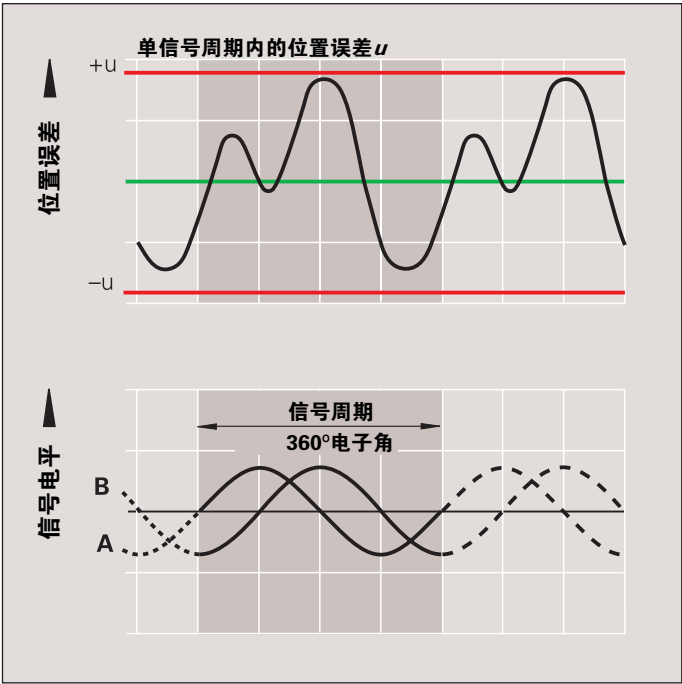
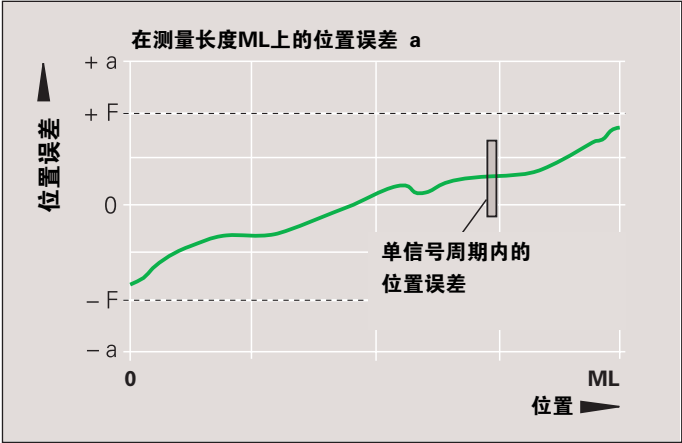
在任意1 m长的测量范围内，测量曲线上的极限值 $\pm F$ 不超过精度等级 $\pm a$ 。它由最终检测确定并标注在检测记录图中。

对封闭式直线光栅尺，这些值适用于全部光栅尺系统，包括扫描单元。因此，它是系统精度。

单信号周期内的位置误差

单信号周期内的位置误差取决于光栅尺的信号周期、光栅质量和扫描质量。在任何测量位置处，单信号周期的位置误差不超过信号周期的 $\pm 2\%$ ，LC系列绝对式直线光栅尺一般为 $\pm 1\%$ 。信号周期越小，单信号周期内的位置误差也越小。

	扫描信号的信号周期	单信号周期内的最大位置误差 u
LF	$\pm 4\text{ }\mu\text{m}$	约 $0.08\text{ }\mu\text{m}$
LC	$\pm 20\text{ }\mu\text{m}$	约 $0.2\text{ }\mu\text{m}$
LS	$\pm 20\text{ }\mu\text{m}$	约 $0.4\text{ }\mu\text{m}$
LB	$\pm 40\text{ }\mu\text{m}$	约 $0.8\text{ }\mu\text{m}$



每一台HEIDENHAIN公司的直线光栅尺在发货前都要进行定位精度和功能检验。

检测中，要测量双向运动的位置误差，并在检验记录图中给出平均值曲线。

每台直线光栅尺均提供**制造商检验合格证**，证明它符合系统精度要求。**鉴定标准**符合国家和国际公认标准要求，确保满足ISO9001所要求的可追溯性。

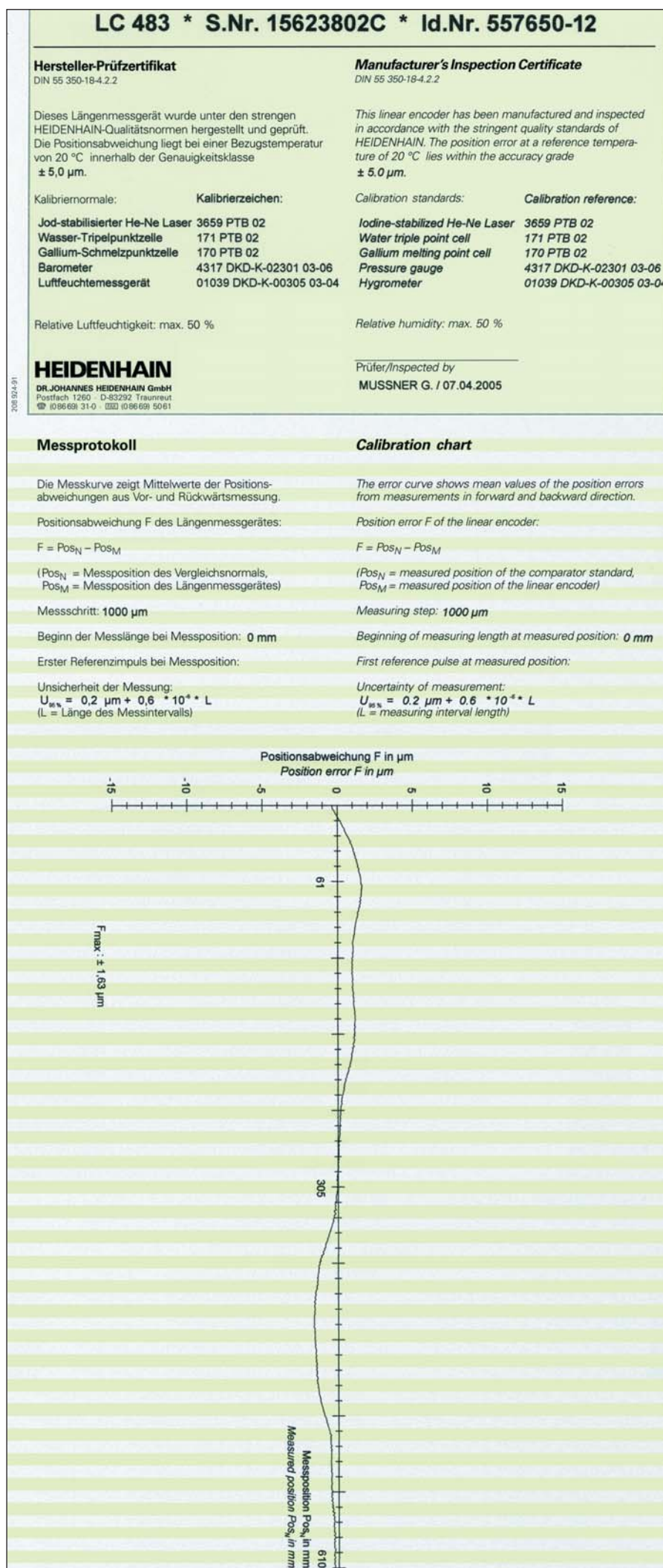
本样本中的LC、LF和LS系列产品，其**检测记录图**不仅给出了全测量范围内的位置误差，还给出了测量步距和鉴定本身的测量不确定度。

温度范围

检验直线光栅尺的**标准温度**为20℃。检验记录图中的系统精度仅对该温度有效。

工作温度范围是指光栅尺能够正常工作的环境温度范围。而-20℃至70℃的**存放温度范围**适用于该设备在包装状态下。

举例



机械结构类型和装配指南

小截面直线光栅尺

LC、LF和LS型纤细外壳的直线光栅尺可以在全长上直接固定在加工面上,特别适用于高动态性能要求。如果使用安装板或固定元件,可实现更大测量范围和支持更高的振动载荷(只适用于LC 4x3)。

安装光栅尺时,密封条朝下或远离溅水的方向(另参见“一般机械数据”)。

温度性能

由于使用两个M8螺栓进行刚性固定,因此直线光栅尺能很好地与安装面配合。用安装板固定时,直线光栅尺的中点固定在安装面上。柔性固定元件使光栅尺具有可重复温度特性。

LF 481使用钢质基体的光栅尺,其热膨胀系数与灰口铸铁或钢材的热膨胀系数相同。

安装

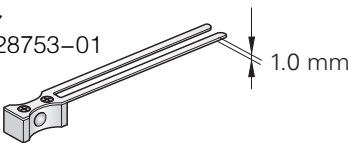
安装HEIDENHAIN公司的封闭式直线光栅尺非常简单:

只需将光栅尺与机床导轨在几个点对正。限位面或限位销有助于对正光栅尺。使用安装测量工具可以方便和准确地设置光栅尺和扫描光栅间的间隙。确保符合横向公差要求。

附件:

安装塞尺

Id. Nr. 528753-01



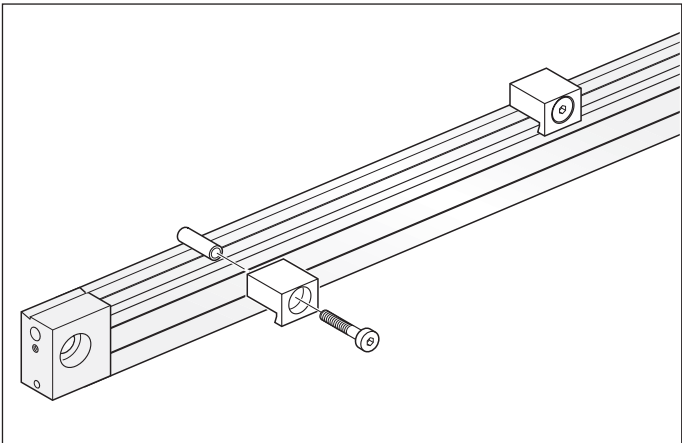
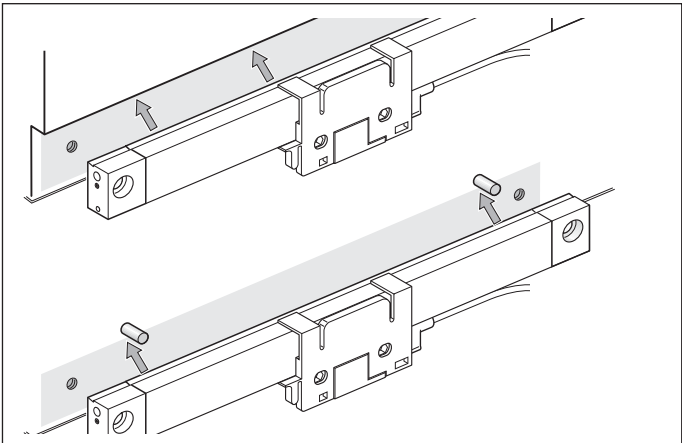
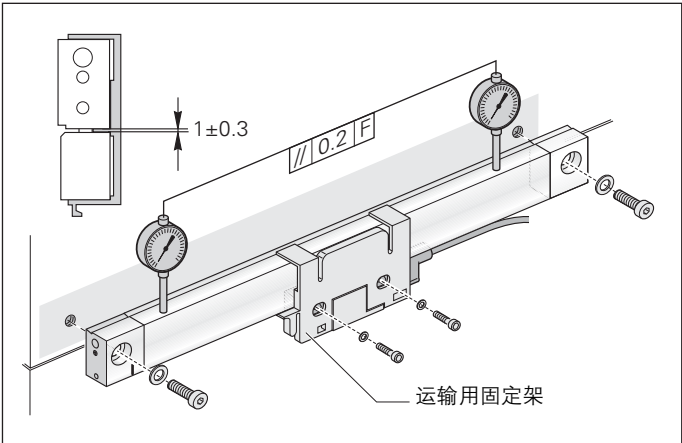
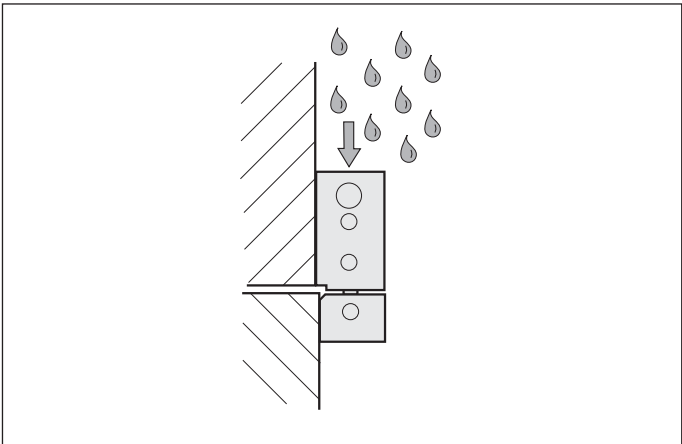
用固定元件安装

LC 4x3型光栅尺壳在两端头固定。此外,每相距400 mm还能用固定元件固定。因此,能很容易地将光栅尺壳固定在测量长度的中心(推荐用于测量长度大于640 mm且动态性能要求高的场合)。对1240 mm以上的测量长度,它还不需要安装板。

附件:

固定元件

Id. Nr. 556975-xx



使用安装板材

用安装板安装紧凑型直线光栅尺具有突出的优点。可在组装机床时再固定它，把光栅尺安装作为最后一步。因此，可以很容易地更换光栅尺，便于检修。

多功能安装板是为LC 4x3和LS 4x7型单场扫描光栅尺特别设计的¹⁾。它具有如下优点：

- **安装速度快**

固定元件是预安装的。因此，能简化安装步骤、节省时间和提高可靠性。

- **自选电缆引线**

可以用多功能安装板的任何一面安装LC 4x3和LS 4x7型单场扫描光栅尺¹⁾。可将电缆引线安排在左侧或右侧 – 这对安装空间有限的地方非常重要。

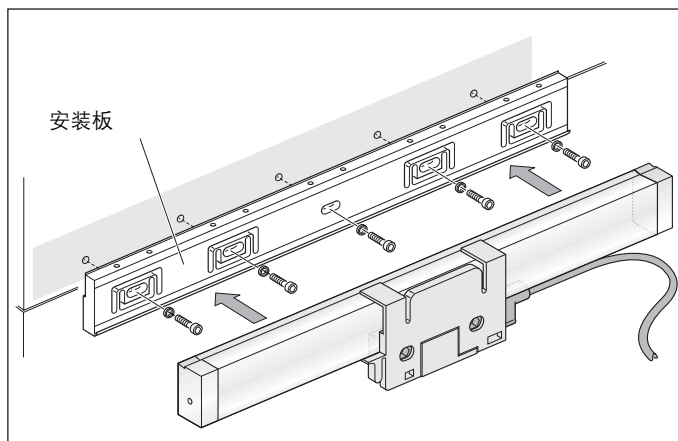
- **机械兼容性**

多功能安装板和LC 4x3和LS 4x7型单场扫描光栅尺¹⁾与以前型号在机械尺寸方面完全兼容。支持任意组合，例如LS 4x6与多功能安装板，或LC 4x3与以前的安装板。

当然，只有LC 4x3或LS 4x7型单场扫描光栅尺¹⁾与多功能安装板的组合才具有选择向左或向右的电缆出线。

多功能安装板必须单独订购，包括1240 mm以上的测量长度。

¹⁾ Id. Nr. 56052x-xx; 2006年上市



大截面直线光栅尺

LB、LC、LF和LS型标准外壳的直线光栅尺的全长都与加工面配合。因此，它的**抗振能力强**。

倾斜结构的密封条支持**多种安装方向**，垂直或水平安装光栅尺外壳并具有很高的防护等级。

温度性能

LB、LC、LF和LS 100型大截面直线光栅尺的温度特性已得到优化。

LF型，钢光栅尺镶嵌在直接固定在机床部件上的钢基体上。

LB型，钢带光栅尺固定在机床部件上。因此，LB型光栅尺与安装面的温度变化易一致。

LC和LS型，在中点处固定在安装面上。柔性固定元件使光栅尺具有可重复温度特性。

安装

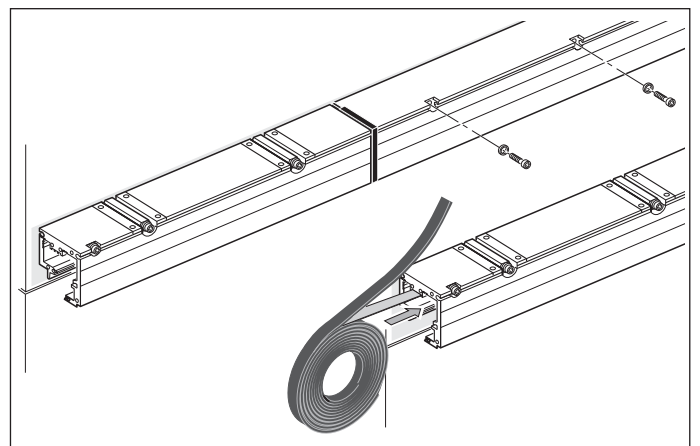
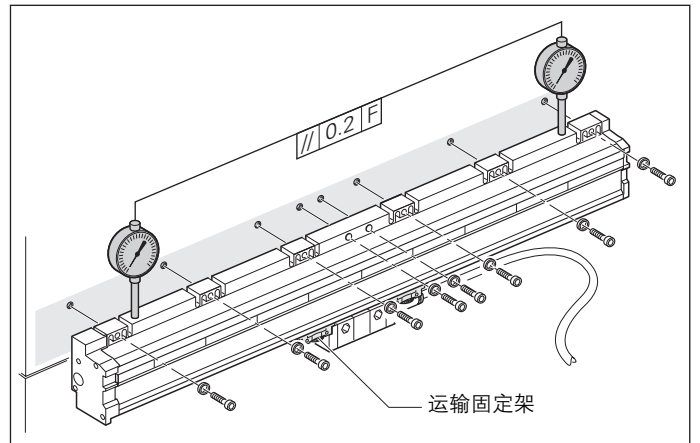
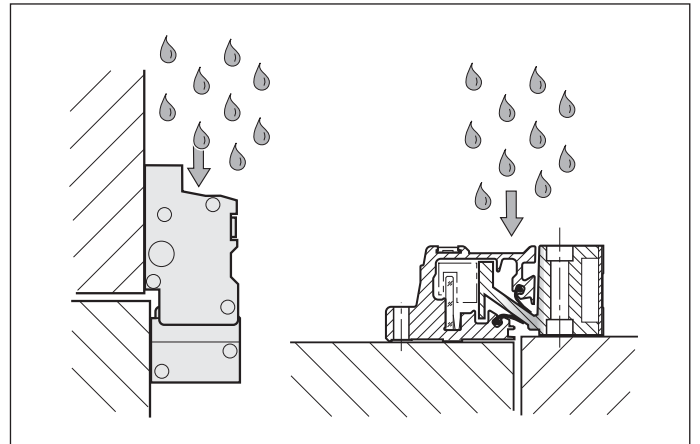
安装HEIDENHAIN公司的封闭式直线光栅尺时，光栅尺上的运输支架已在光栅尺和扫描光栅间设置了正确间隙量。只需将光栅尺与机床导轨在多点处对正。限位面或限位销有助于对正光栅尺。

安装LB 382型多段光栅尺

LB 382型光栅尺的测量长度可达3240 mm，它是分段安装在机床上的：

- 安装并对正各段光栅尺外壳
- 安装全长的钢带光栅尺并预紧
- 安装密封条
- 插入扫描单元

调整光栅尺钢带的张紧力，可调的线性误差范围为 $\pm 100 \mu\text{m/m}$ 。



一般机械数据

安装

为便于电缆走线，扫描单元的安装块通常用螺栓固定在机床非移动部件上。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。

- 应将直线光栅尺尽可能接近加工面处，使阿贝误差最小。
- 为保证直线光栅尺工作正常，不应使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。不允许将直线光栅尺安装在空心零件或转换件上。对小截面的封闭式直线光栅尺，推荐使用安装板。
- 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。

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。

- 标定的最大**振动**值适用于频率55 Hz至2000 Hz (IEC 60068-2-6)。只要加速度超过允许值就可能造成编码器的损坏，例如由于应用环境和安装所引起的共振。**因此需要对整个系统进行综合测试。**
- 最大允许的**冲击和振动**带来的加速度值 (半正弦冲击) 仅适用于11 ms的冲击和振动 (IEC 60068-2-27)。在任何情况下，均不允许使用锤子或类似工具敲击的方式来调整和定位光栅尺。

要求的移动力

所需移动力是指将光栅尺相对扫描单元发生移动的最大所需的力。

易损耗件

HEIDENHAIN公司编码器中的以下零件是损耗件：

- LED光源
- 轴承
- 密封条

防护等级

如果封闭式**直线光栅尺**安装有密封条且背对溅水方向的话，它能满足**IEC 60529**标准的IP 53防护等级要求。可以根据需要，加装防护罩。如果直线光栅尺工作环境的冷却液和油雾污染较重的话，应在光栅尺壳中用**压缩空气**建立正压环境，提供**IP 64**防护等级，更有效地防止污物进入。为此，HEIDENHAIN公司的LB、LC、LF和LS型封闭式直线光栅尺的两端和扫描单元的安装块上都提供了进气口。

进入光栅尺壳内的压缩空气必须用细过滤器过滤且必须符合**ISO 8573-1**的如下质量要求：

- 固体杂质：等级1 ($1 \cdot 10^5$ Pa压力时的最大颗粒0.1 μm 和最大颗粒密度不超过0.1 mg/m^3)
- 总含油量：等级1 ($1 \cdot 10^5$ Pa压力时的油浓度最高不超过0.01 mg/m^3)
- 最大压力露点：等级4 ($2 \cdot 10^5$ Pa压力时为+3 $^{\circ}\text{C}$)

每个直线光栅尺的供气量应达到7至10 l/min，允许的压力范围为0.6至1 bar (9至14 psi)。压缩空气由带节流阀的接管提供 (包括在LB、LC、LF、LS 1x6和LS 4x6型直线光栅尺中)。

HEIDENHAIN公司提供**DA 300型压缩空气装置**，用于净化和调节压缩空气。它包括两级过滤器 (细过滤器和活性炭过滤器)，自动积水盘和带压力表的压力调压器。还包括25米长的压力管以及三通接头和连接四个光栅尺的接头。DA 300可向10个、总测量长度达35米的光栅尺供气。

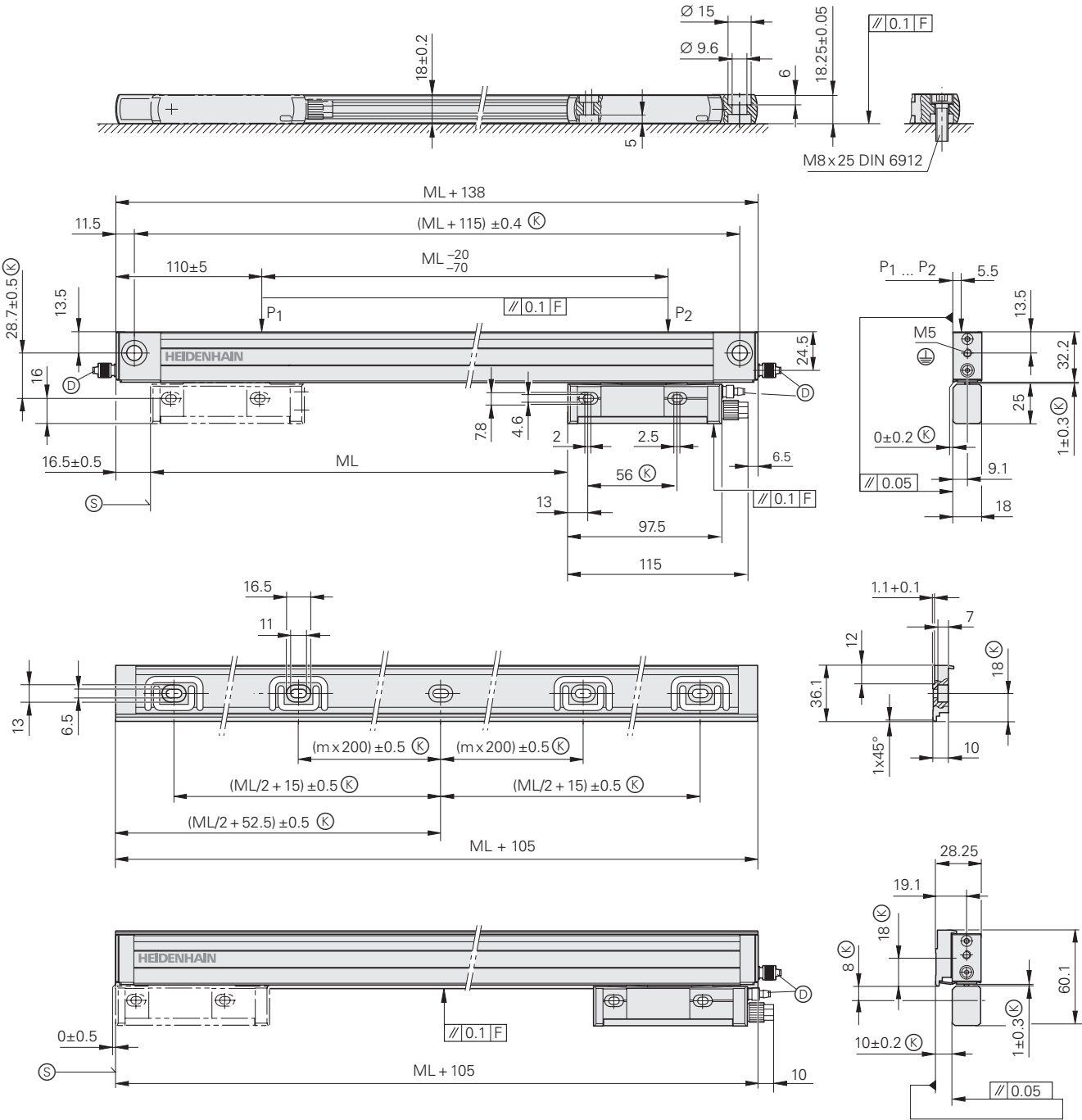
在7 bar的工作压力下，它为光栅尺提供的空气质量远高于要求的纯净度。压力表和调压开关 (为附件) 可以有效地监测DA 300的工作情况。



DA 300
压缩空气装置

LC 400系列

- 绝对式直线光栅尺，测量步距为0.1 μm（分辨率达0.005 μm）
- 采用定位精度高、移动速度快的单场扫描原理
- 适用于安装空间小的场合



尺寸单位: mm



公差ISO 8015

ISO 2768 – m H

< 6 mm: ± 0.2 mm

- ① = 无安装板
- ② = 带安装板
- F = 机床导轨
- P = 对正测量点
- ⊙ = 需要配合尺寸
- ⊙ = 压缩空气进气口
- ⊙ = 测量长度起点 (ML) (20 mm处)
- ⇨ = 按照接口说明的输出信号，扫描单元运动方向

安装板

ML	m
70 ... 520	0
570 ... 920	1
1020 ... 1340	2
1440 ... 1740	3
1840 ... 2040	4



LC 483型无安装板

LC 483型带安装板

技术参数	LC 483 ¹⁾	LC 493F ¹⁾	LC 493 M ¹⁾
测量基准	DIADUR 玻璃光栅带绝对量和增量刻轨		
热膨胀系数	α_{therm} 约为 $8 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$, 无安装板: α_{therm} 约为 $9 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$		
精度等级*	$\pm 3 \mu\text{m}$, $\pm 5 \mu\text{m}$		
测量长度 ML* 单位 mm	带安装板*或固定元件*选装 70 120 170 220 270 320 370 420 470 520 570 620 720 770 820 920 1020 1140 1240 只带安装板*或固定元件* 1340 1440 1540 1640 1740 1840 2040		
绝对位置值接口类型	EnDat 2.2	Fanuc 02 串口	Mitsubishi 高速串口
分辨率			
精度为 $\pm 3 \mu\text{m}$	0.005 μm	0.01 μm	
精度为 $\pm 5 \mu\text{m}$	0.01 μm	0.05 μm	
计算时间 t_{cal}			
EnDat 2.1 指令集	< 1 ms	—	
EnDat 2.2 指令集	$\leq 5 \mu\text{s}$	—	
增量信号	$\sim 1 \text{ V}_{\text{PP}}^{2)}$	—	
栅距/信号周期	20 μm	—	
截止频率 -3dB	$\geq 150 \text{ kHz}$	—	
无负载电源	3.6 至 5.25 V/< 300 mA		
电气连接	独立适配电缆 (1 m/3 m/6 m/9 m), 可连接安装块		
电缆长度 ³⁾	$\leq 150 \text{ m}$; 取决于接口和后续电子设备	$\leq 30 \text{ m}$	$\leq 20 \text{ m}$
运动速度	$\leq 180 \text{ m/min}$		
要求的移动力	$\leq 5 \text{ N}$		
振动 55至2000 Hz	无安装板: $\leq 100 \text{ m/s}^2$ (IEC 60 068-2-6)		
冲击 11 ms	带安装板和左右电缆引线: $\leq 200 \text{ m/s}^2/100 \text{ m/s}^2$ (IEC 60 068-2-6)		
加速度	$\leq 300 \text{ m/s}^2$ (IEC 60 068-2-27) $\leq 100 \text{ m/s}^2$, 测量方向		
工作温度	0至50°C		
防护等级 IEC 60529	IP 53, 按照安装说明安装 IP 64, 由DA 300提供压缩空气		
重量	光栅尺: 0.2 kg + 0.5 kg/m测量长度, 安装板: 0.9 kg/m		

* 订购时请选择

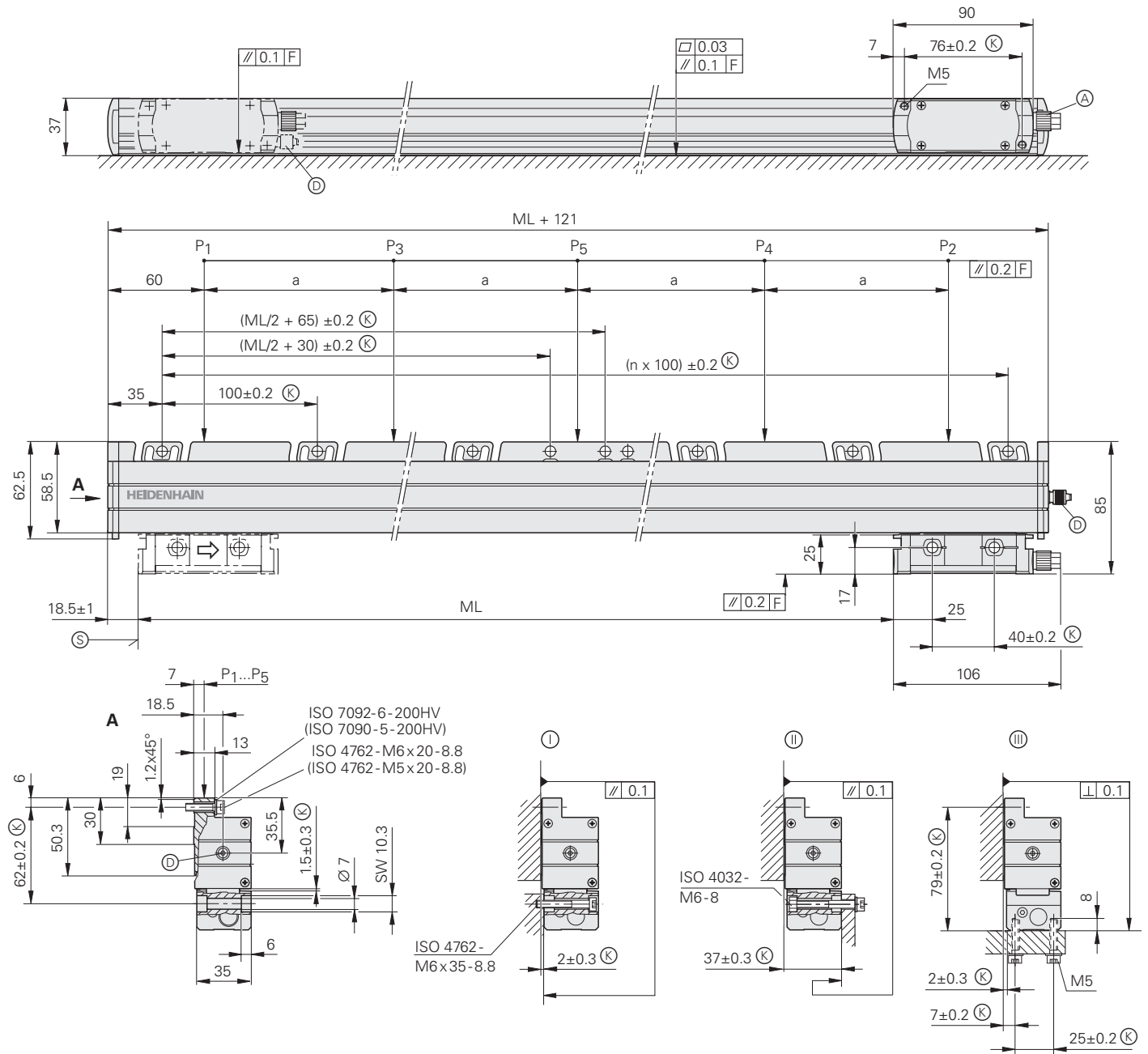
¹⁾ 2006年上市。技术参数仅供参考。

²⁾ 取决于适配电缆

³⁾ 用HEIDENHAIN电缆

LC 100系列

- 绝对式直线光栅尺，测量步距为 $0.1\ \mu\text{m}$ （分辨率达 $0.005\ \mu\text{m}$ ）
- 采用定位精度高、移动速度快的单场扫描原理
- 能承受较高振动频率
- 支持水平安装



尺寸单位: mm



公差ISO 8015

ISO 2768 – m H

< 6 mm: $\pm 0.2\ \text{mm}$

①, ②

③ = 可选安装

F = 机床导轨

P = 对正测量点

⊙ = 需要配合尺寸

⊙ = 压缩空气进气口

⊙ = 测量长度起点 (ML) (20 mm处)

⊙ = 如果 $(ML/2 + 30)/100$ 为整数的话, 不需要

⇒ = 按照接口说明的输出信号, 扫描单元运动方向



技术参数	LC 183 ¹⁾	LC 193F ¹⁾	LC 193M ¹⁾											
测量基准	DIADUR 玻璃光栅带绝对量和增量刻轨													
热膨胀系数	α_{therm} 约为 $8 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$													
精度等级*	$\pm 3 \text{ }\mu\text{m}$ (至测量长度 3240), $\pm 5 \text{ }\mu\text{m}$													
测量长度 ML* 单位 mm	140 1540 4040	240 1640 4240	340 1740 440	440 1840 440	540 2040	640 2240	740 2440	840 2640	940 2840	1040 3040	1140 3240	1240 3440	1340 3640	1440 3840
绝对位置值接口类型	EnDat 2.2		Fanuc 02 串口		Mitsubishi 高速串口									
分辨率	0.005 μm		0.01 μm		0.01 μm		0.05 μm							
精度为 $\pm 3 \mu\text{m}$	0.005 μm		0.01 μm		0.01 μm		0.05 μm							
精度为 $\pm 5 \mu\text{m}$	0.01 μm		0.05 μm		0.05 μm		0.05 μm							
计算时间 t_{cal}	< 1 ms		—		—		—							
EnDat 2.1 指令集	< 1 ms		—		—		—							
EnDat 2.2 指令集	$\leq 5 \text{ }\mu\text{s}$		—		—		—							
增量信号	$\sim 1 \text{ V}_{\text{PP}}^{2)}$		—		—		—							
栅距/信号周期	20 μm		—		—		—							
截止频率 −3dB	$\geq 150 \text{ kHz}$		—		—		—							
电源	3.6 至 5.25 V/< 300 mA		—		—		—							
无负载	—		—		—		—							
电气连接	独立适配电缆 (1 m/3 m/6 m/9 m), 可连接安装块的任何一侧		—		—		—							
电缆长度 ³⁾	$\leq 150 \text{ m}$; 取决于接口和后续电子设备		$\leq 30 \text{ m}$		$\leq 20 \text{ m}$		—							
运动速度	$\leq 180 \text{ m/min}$, 从测量长度3240开始: 120 m/min		—		—		—							
要求的移动力	$\leq 4 \text{ N}$		—		—		—							
振动 55至2000 Hz	$\leq 200 \text{ m/s}^2$ (IEC 60 068–2–6)		—		—		—							
冲击 11 ms	$\leq 300 \text{ m/s}^2$ (IEC 60 068–2–27)		—		—		—							
加速度	$\leq 100 \text{ m/s}^2$, 测量方向		—		—		—							
工作温度	0至50 °C		—		—		—							
防护等级 IEC 60529	IP 53, 按照安装说明安装		—		—		—							
	IP 64, 由DA 300提供压缩空气		—		—		—							
重量	0.4 kg + 3.3 kg/m测量长度		—		—		—							

* 订购时请选择

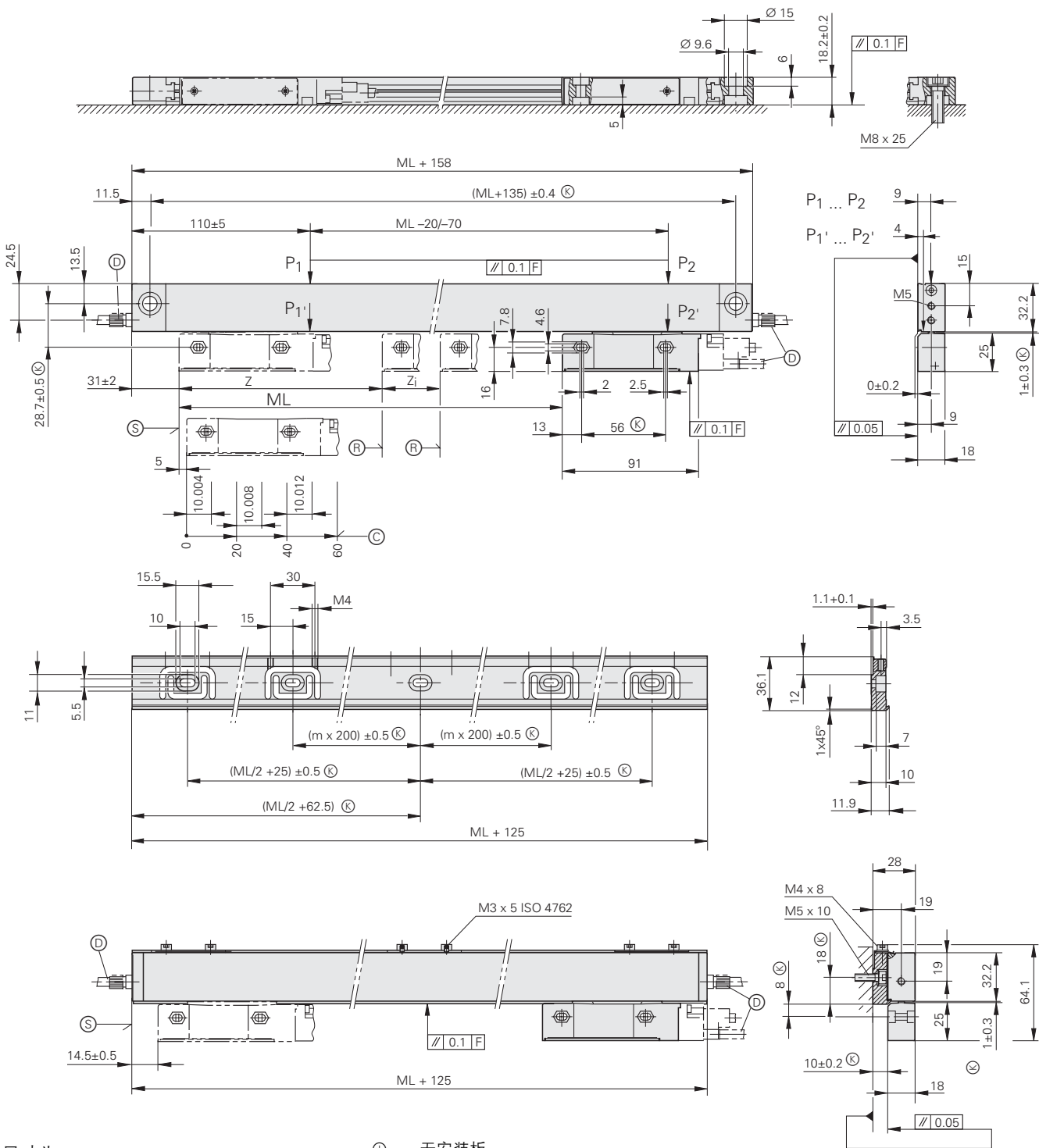
¹⁾ 2006年上市。技术参数仅供参考。

²⁾ 取决于适配电缆

³⁾ 用HEIDENHAIN电缆

LF 481

- 增量式直线光栅尺，测量步距为0.1 μm
- 采用定位精度高的单场扫描光栅
- 温度特性接近钢材和铸铁
- 适用于安装空间小的场合



尺寸为 mm



公差ISO 8015

ISO 2768 – m H

< 6 mm; ± 0.2 mm

- ① = 无安装板
- ② = 带安装板
- F = 机床导轨
- P = 对正测量点
- Ⓚ = 需要配合尺寸
- Ⓢ = 压缩空气进气口
- Ⓡ = LF 481的参考点位置
- 测量长度上2个参考点
- 50 ... 1000
- 1120 ... 1220
- z = 25
- z = 35
- zi = ML - 50
- zi = ML - 70

50 ... 1000	1120 ... 1220
z = 25	z = 35
zi = ML - 50	zi = ML - 70

- Ⓢ = LF 481C的参考点位置
- Ⓢ = 测量长度起点 (ML)
- ⇒ = 按照接口说明的输出信号, 扫描单元运动方向

安装板	
ML	m
50 ... 500	0
550 ... 900	1
1000 ... 1220	2



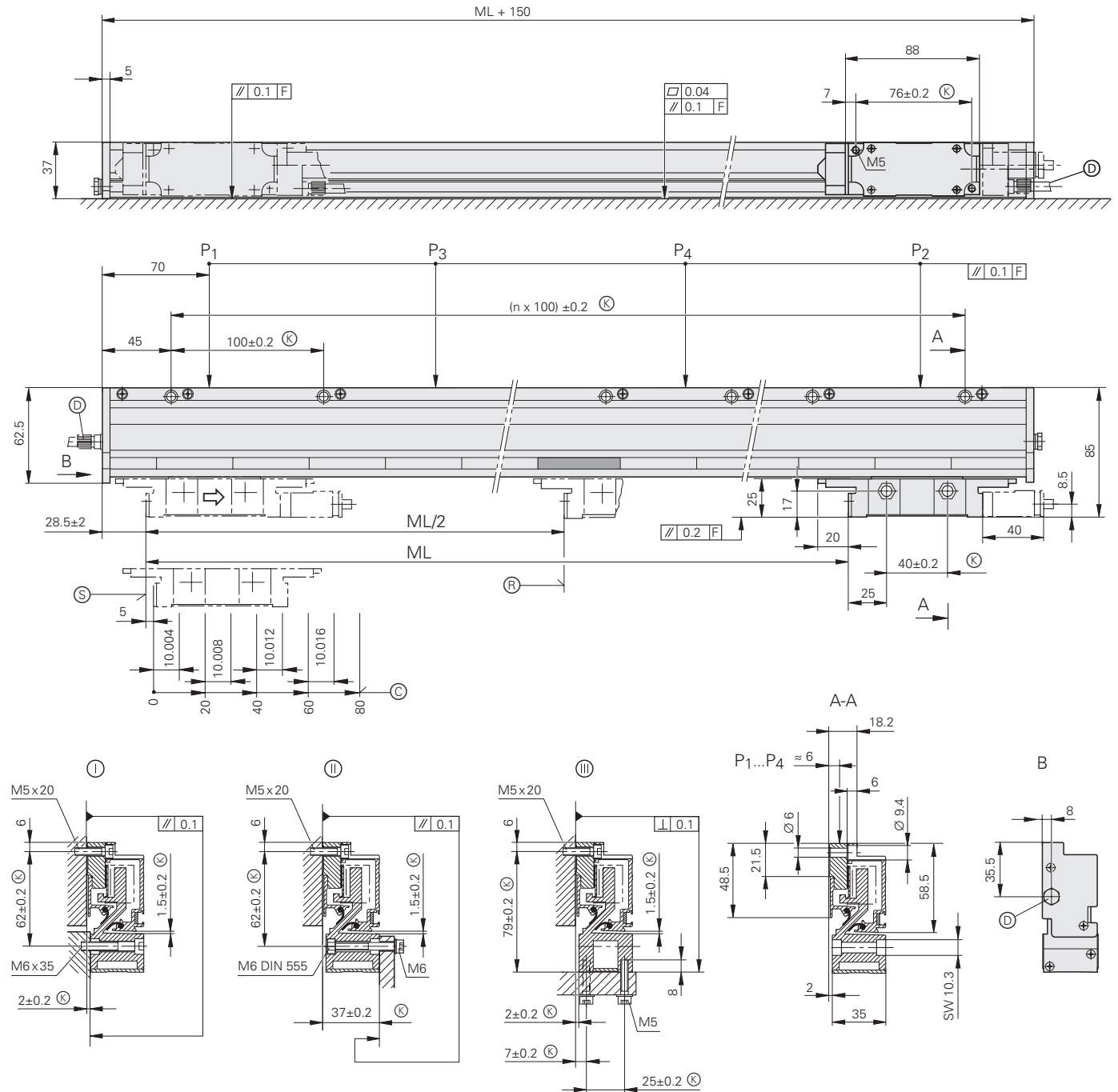
LC 481型带安装板

* 订购时请选择

- 1) 用HEIDENHAIN电缆

LF 183

- 增量式直线光栅尺，测量步距为0.1 μm
- 采用定位精度高的单场扫描原理
- 温度特性接近钢材和铸铁
- 能承受较高振动频率
- 支持水平安装



尺寸单位: mm



公差ISO 8015

ISO 2768 – m H

< 6 mm: ± 0.2 mm

①, ②

③ = 可选安装

F = 机床导轨

P = 对正测量点

⊗ = 需要配合尺寸

⊙ = 压缩空气进气口

⊕ = LF 183的参考点位置

⊙ = LF 183C的参考点位置

⊙ = 测量长度起点 (ML)

⇒ = 按照接口说明的输出信号，扫描单元运动方向



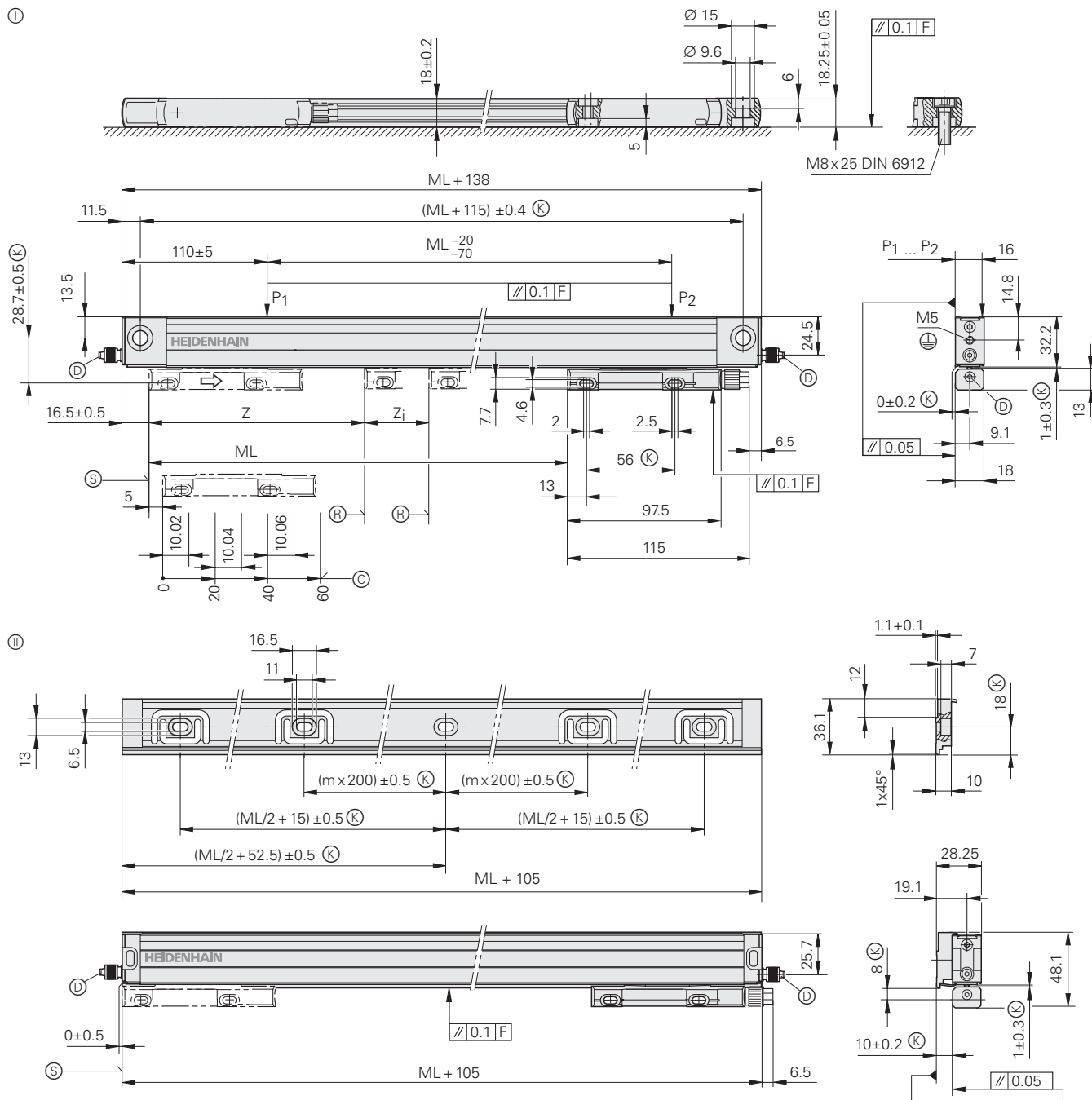
技术参数	LF 183
测量基准	DIADUR 钢带相位光栅
热膨胀系数	α_{therm} 约为 $10 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
精度等级*	$\pm 3 \mu\text{m}$, $\pm 2 \mu\text{m}$
测量长度 ML* 单位 mm	140 240 340 440 540 640 740 840 940 1040 1140 1240 1340 1440 1540 1640 1740 1840 2040 2240 2440 2640 2840 3040
增量信号	$\sim 1 \text{ V}_{\text{PP}}$
栅距	$8 \mu\text{m}$
信号周期	$4 \mu\text{m}$
参考点* <i>LF 183</i>	每 50 mm 可用磁条选择 标准设置: 中心处 1 个参考点
<i>LF 183 C</i>	距离编码
截止频率 -3dB	$\geq 200 \text{ kHz}$
电源 无负载	$5 \text{ V} \pm 5 \% / < 200 \text{ mA}$
电气连接	独立适配电缆 (1 m/3 m/6 m/9 m), 可连接安装块
电缆长度 ¹⁾	$\leq 150 \text{ m}$
运动速度	$\leq 60 \text{ m/min}$
要求的移动力	$\leq 4 \text{ N}$
振动 55 至 2000 Hz	$\leq 150 \text{ m/s}^2$ (IEC 60068-2-6)
冲击 11 ms	$\leq 300 \text{ m/s}^2$ (IEC 60068-2-27)
加速度	$\leq 100 \text{ m/s}^2$, 测量方向
工作温度	0 至 $40 \text{ }^{\circ}\text{C}$
防护等级 IEC 60529	IP 53, 按照安装说明安装 IP 64, 由 DA 300 提供压缩空气
重量	$1.1 \text{ kg} + 3.8 \text{ kg/m}$ 测量长度

* 订购时请选择

¹⁾ 用HEIDENHAIN电缆

LS 487

- 增量式直线光栅尺，测量步距为0.5 μm
- 适用于安装空间小
- 单场扫描原理



尺寸单位: mm



公差ISO 8015

ISO 2768 - m H

< 6 mm: ± 0.2 mm

① = 无安装板

② = 带安装板

F = 机床导轨

P = 对正测量点

(K) = 需要配合尺寸

⊙ = 压缩空气进气口

Ⓜ = LS 487的参考点位置

测量长度上2个参考点

70 ... 1020 | 1140 ... 2040

z = 35 | z = 45

z_i = ML - 70 | z_i = ML - 90

Ⓢ = LS 487C的参考点位置

Ⓣ = 测量长度起点 (ML)

⇒ = 按照接口说明的输出信号，扫描单元运动方向

安装板

ML	m
70 ... 520	0
570 ... 920	1
1020 ... 1340	2
1440 ... 1740	3
1840 ... 2040	4



LS 487型无安装板

LS 487型带安装板

技术参数		LS 487 ¹⁾
测量基准		DIADUR 刻线的玻璃光栅尺
热膨胀系数		α_{therm} 约为 $8 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ ，无安装板： α_{therm} 约为 $9 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
精度等级*		$\pm 5 \mu\text{m}$ ， $\pm 3 \mu\text{m}$
测量长度 ML* 单位 mm		推荐的安装板* 70 120 170 220 270 320 370 420 470 520 570 620 720 770 820 920 1020 1140 1240
		只限用安装板* 1340 1440 1540 1640 1740 1840 2040
参考点*	LS 487	每 50 mm 可用磁条选择 标准：ML 70 mm：中心处 1 个；最大至 ML 1020 mm：2 个，距测量长度起点和终点各 35 mm 处； 从 ML 1140mm 开始：2 个，距测量长度起点和终点各 45 mm 处
	LS 487C	距离编码
增量信号		$\sim 1 \text{ V}_{\text{PP}}$
栅距/信号周期		20 μm
截止频率 -3dB		$\geq 160 \text{ kHz}$
电源		5 V $\pm 5 \%$ / < 120 mA
无负载		
电气连接		独立适配电缆 (1 m/3 m/6 m/9 m)，可连接安装块
电缆长度 ²⁾		$\leq 150 \text{ m}$
运动速度		$\leq 120 \text{ m/min}$
要求的移动力		$\leq 5 \text{ N}$
振动 55 至 2000 Hz		无安装板： $\leq 100 \text{ m/s}^2$ (IEC 60068-2-6) 带安装板和左右电缆引线： $\leq 200 \text{ m/s}^2/100 \text{ m/s}^2$ (IEC 60068-2-6)
冲击 11 ms		$\leq 300 \text{ m/s}^2$ (IEC 60068-2-27)
加速度		$\leq 100 \text{ m/s}^2$ ，测量方向
工作温度		0 至 50 °C
防护等级 IEC 60529		IP 53，按照安装说明安装 IP 64，由 DA 300 提供压缩空气
重量		0.4 kg + 0.5 kg/m 测量长度

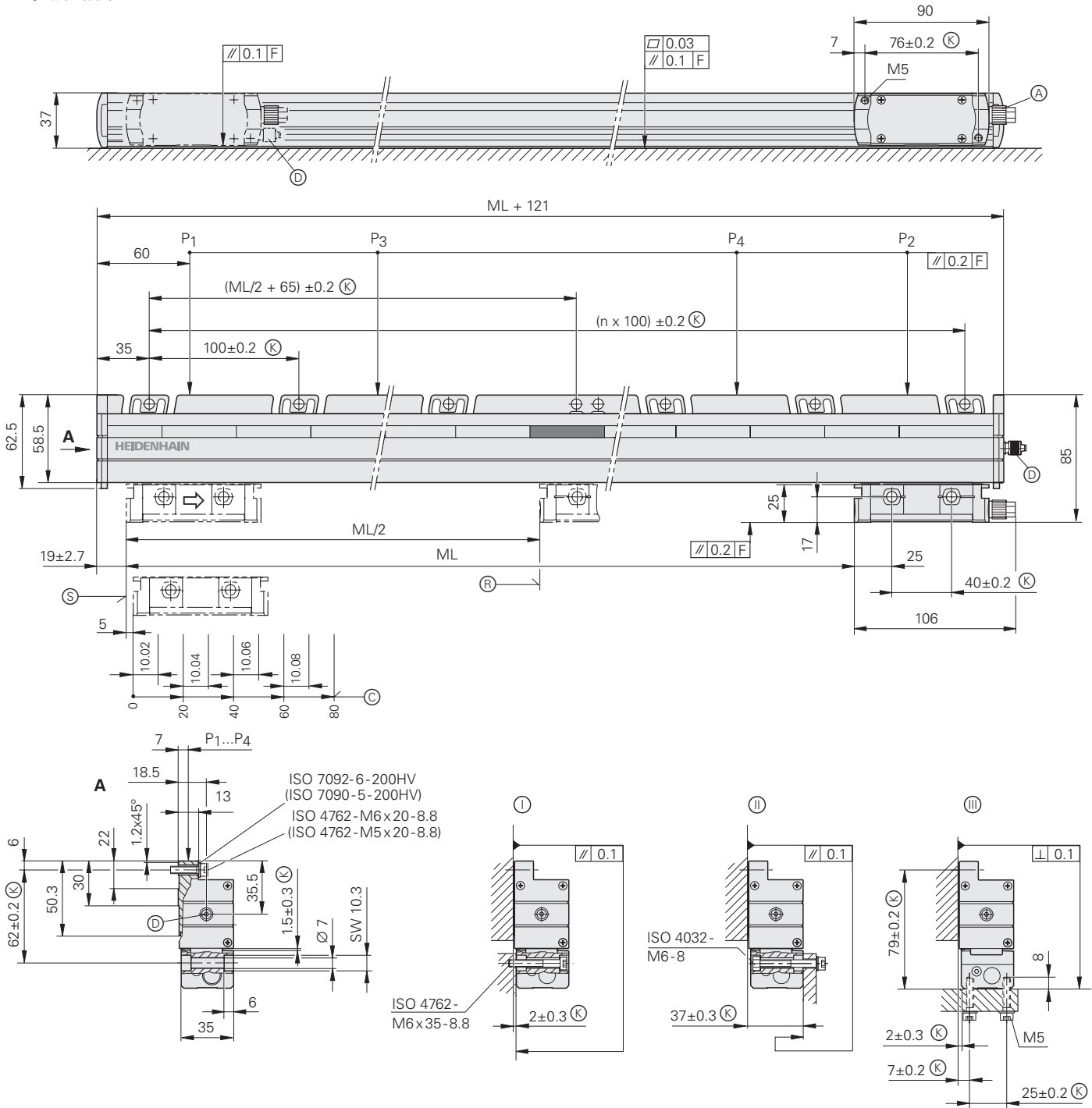
* 订购时请选择

¹⁾ Id. Nr. 56052x-xx。2006年上市。技术参数仅供参考。

²⁾ 用HEIDENHAIN电缆

LS 187

- 增量式直线光栅尺，测量步距为0.5 μm
- 具有确定温度特性
- 能承受较高振动频率
- 支持水平安装
- 单场扫描原理



尺寸单位: mm



公差ISO 8015

ISO 2768 – m H

< 6 mm: ± 0.2 mm

①, ②

③ = 可选安装

F = 机床导轨

P = 对正测量点

Ⓚ = 要求配合尺寸

Ⓢ = 压缩空气进气口

Ⓡ = LS 1xx的参考点位置

Ⓢ = LS 1xxC的参考点位置

Ⓢ = 测量长度起点 (ML)

⇒ 按照接口说明的输出信号，扫描单元运动方向



技术参数	LS 187 ¹⁾
测量基准	DIADUR 刻线的玻璃光栅尺
热膨胀系数	α_{therm} 约为 $8 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
精度等级*	$\pm 5 \text{ } \mu\text{m}$, $\pm 3 \text{ } \mu\text{m}$
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 2040 2240 2440 2640 2840 3040
参考点* <i>LS 187</i> <i>LS 187C</i>	每 50 mm 可用磁条选择, 标准设置: 中心处 1 个参考点 距离编码
增量信号	$\sim$ 1 VPP
栅距/信号周期	20 μm
截止频率 -3dB	$\geq 160 \text{ kHz}$
电源 无负载	5 V $\pm 5 \%$ / < 120 mA
电气连接	独立适配电缆 (1 m/3 m/6 m/9 m), 可连接安装块
电缆长度 ²⁾	$\leq 150 \text{ m}$
运动速度	$\leq 120 \text{ m/min}$
要求的移动力	$\leq 4 \text{ N}$
振动 55 至 2000 Hz	$\leq 200 \text{ m/s}^2$ (I EC 60 068-2-6)
冲击 11 ms	$\leq 400 \text{ m/s}^2$ (IEC 60068-2-27)
加速度	$\leq 60 \text{ m/s}^2$, 测量方向
工作温度	0 至 50 °C
防护等级 IEC 60529	IP 53, 按照安装说明安装 IP 64, 由 DA 300 提供压缩空气
重量	0.4 kg + 2.3 kg/m 测量长度

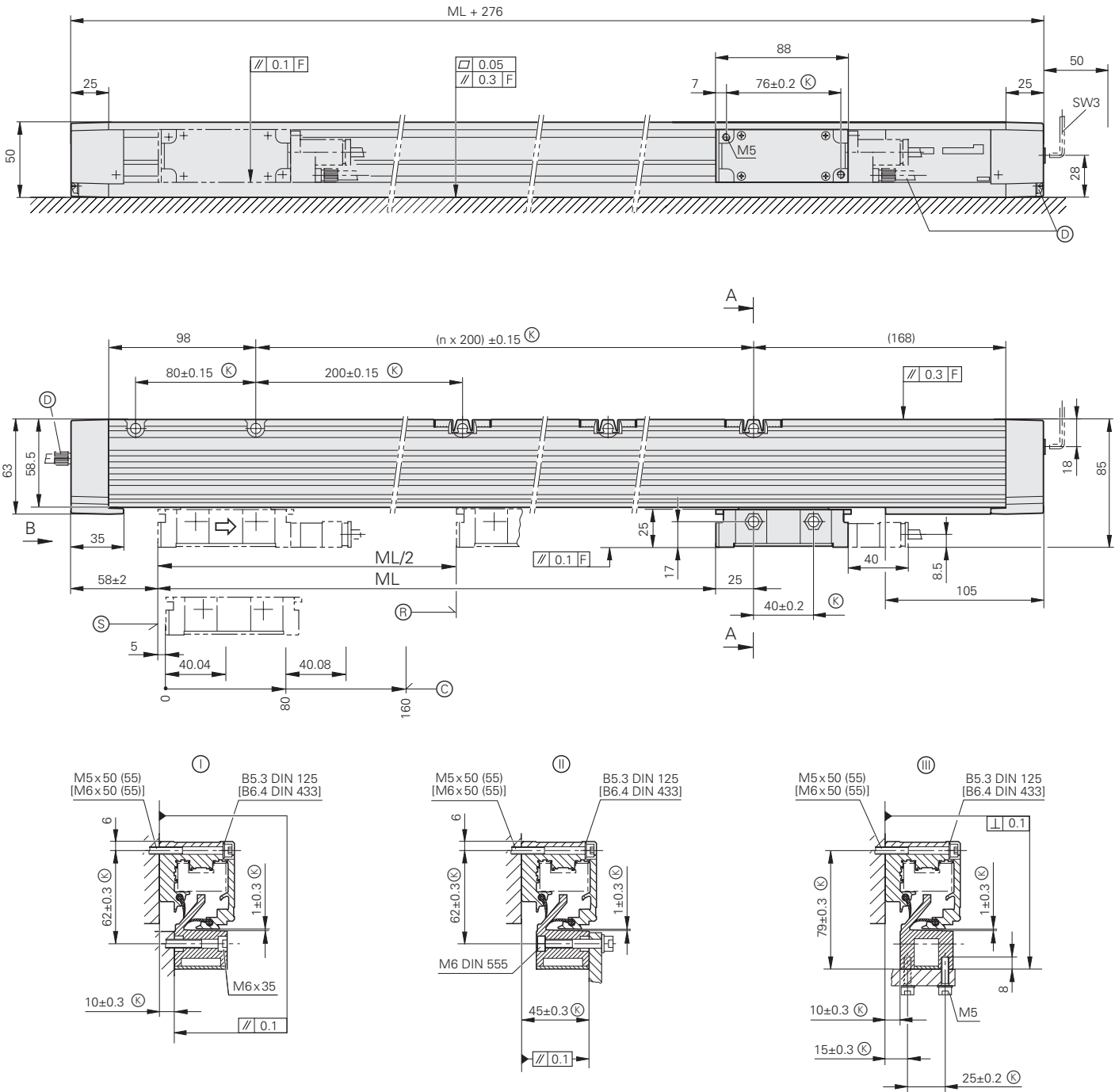
* 订购时请选择

¹⁾ 2006年上市。技术参数仅供参考。

²⁾ 用HEIDENHAIN电缆

LB 382测量长度3040 mm（单光栅尺外壳）

- 增量式直线光栅尺，测量步距为0.1 μm
- 采用定位精度高、移动速度快的单场扫描原理
- 支持水平安装
- 可提供镜像结构版本



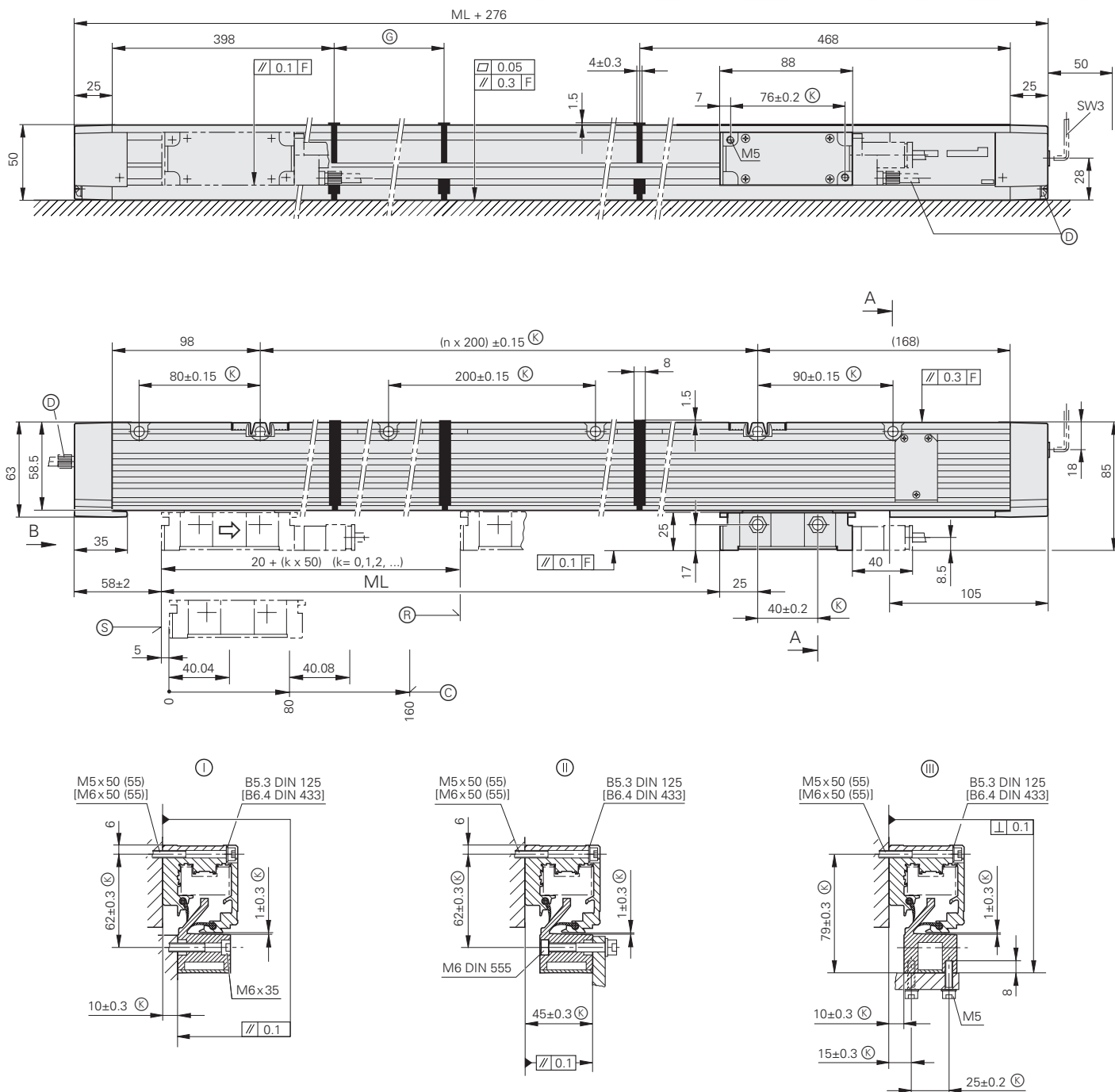


技术参数		LB 382 测量长度 3040 mm
测量基准		AUODUR 刻线的不锈钢钢带光栅尺
热膨胀系数		α_{therm} 约为 $10 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
精度等级*		$\pm 5 \text{ } \mu\text{m}$
测量长度 ML* 单位 mm		单光栅尺外壳 440 640 840 1040 1240 1440 1640 1840 2040 2240 2440 2640 2840 3040
参考点* LB 382 LB 382C		每 50 mm 可用选择板选择，标准设置：中心处 1 个参考点 距离编码
增量信号		$\sim 1 \text{ VPP}$
栅距/信号周期		$40 \text{ } \mu\text{m}$
截止频率 -3dB		$\geq 250 \text{ kHz}$
电源 无负载		$5 \text{ V} \pm 5 \% / < 150 \text{ mA}$
电气连接		独立适配电缆 (1 m/3 m/6 m/9 m)，可连接安装块
电缆长度 ¹⁾		$\leq 150 \text{ m}$
运动速度		$\leq 120 \text{ m/min}$ (根据需要可提供 180 m/min)
要求的移动力		$\leq 15 \text{ N}$
振动 55 至 2000 Hz		$\leq 300 \text{ m/s}^2$ (I EC 60 068-2-6)
冲击 11 ms		$\leq 300 \text{ m/s}^2$ (I EC 60068-2-27)
加速度		$\leq 60 \text{ m/s}^2$ ，测量方向
工作温度		0 至 $50 \text{ } ^\circ\text{C}$
防护等级 IEC 60529		IP 53，按照安装说明安装 IP 64，由 DA 300 提供压缩空气
重量		$1.3 \text{ kg} + 3.6 \text{ kg/m}$ 测量长度

* 订购时请选择

¹⁾ 用 HEIDENHAIN 电缆

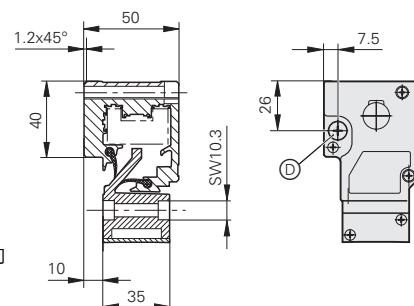
- 增量式直线光栅尺，测量范围为30 m
- 测量步距可达0.1 μm
- 采用定位精度高、移动速度快的单场扫描原理
- 支持水平安装
- 可提供镜像结构版本



< 6 mm: ± 0.2 mm

⑥ = 光栅尺外壳长度

B





技术参数	LB 382 从测量长度 3240 mm 开始
测量基准	AUODUR 刻线的不锈钢钢带光栅尺
热膨胀系数	同机床主机铸件
精度等级*	$\pm 5 \mu\text{m}$
测量长度 ML*	整体 AUODUR 钢带光栅尺和一套外壳段组和套件，以 200 mm 为单位从 3240 mm 至 30040 mm 测量长度递增 一段光栅尺外壳长度：1000 mm，1200 mm，1400 mm，1600 mm，1800 mm，2000 mm
参考点* <i>LB 382</i> <i>LB 382C</i>	每 50 mm 可用选择板选择 距离编码
增量信号	$\sim 1 \text{ VPP}$
栅距/信号周期	40 μm
截止频率 -3dB	$\geq 250 \text{ kHz}$
电源 无负载	5 V $\pm 5 \%$ / < 150 mA
电气连接	独立适配电缆 (1 m/3 m/6 m/9 m)，可连接安装块
电缆长度 ¹⁾	$\leq 150 \text{ m}$
运动速度	$\leq 120 \text{ m/min}$
要求的移动力	$\leq 15 \text{ N}$
振动 55 至 2000 Hz	$\leq 300 \text{ m/s}^2$ (I EC 60 068-2-6)
冲击 11 ms	$\leq 300 \text{ m/s}^2$ (I EC 60068-2-27)
加速度	$\leq 60 \text{ m/s}^2$ ，测量方向
工作温度	0 至 50 °C
防护等级 IEC 60529	IP 53，按照安装说明安装 IP 64，由 DA 300 提供压缩空气
重量	1.3 kg + 3.6 kg/m 测量长度

* 订购时请选择

¹⁾ 用 HEIDENHAIN 电缆

信号接口

增量信号 $\sim 1\text{ V}_{PP}$

HEIDENHAIN公司采用 $\sim 1\text{ V}_{PP}$ 信号接口的光栅尺输出的电压信号可以进行高倍频细分。

正弦**增量信号**A和B的典型幅值为1 VPP，相位差为90°电子角。图示的输出信号顺序 – 信号B滞后A – 适用于图示的运动方向。

参考点信号R的有效分量G约为0.5 V。在参考点两旁，输出信号最多减小1.7 V至静电平H。必须避免后续电子设备被过渡激励。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光栅的供电电压为技术参数中所给的电压。它是用差分测量法在输出电路的终端电阻为120 ohm时测得的。信号幅值随着扫描频率的增加而减小。**截止频率**代表保持原信号幅值一定百分比的扫描频率：

- -3 dB截止频率：70 %信号幅值
- -6 dB截止频率：50 %信号幅值

细分/分辨率/测量步距

1 VPP信号接口的输出信号通常要被后续电子电路进行细分，以获得足够高的分辨率。对于**速度控制**，细分倍数通常高于1000，因此即使速度很低也能得到有效的速度信息。

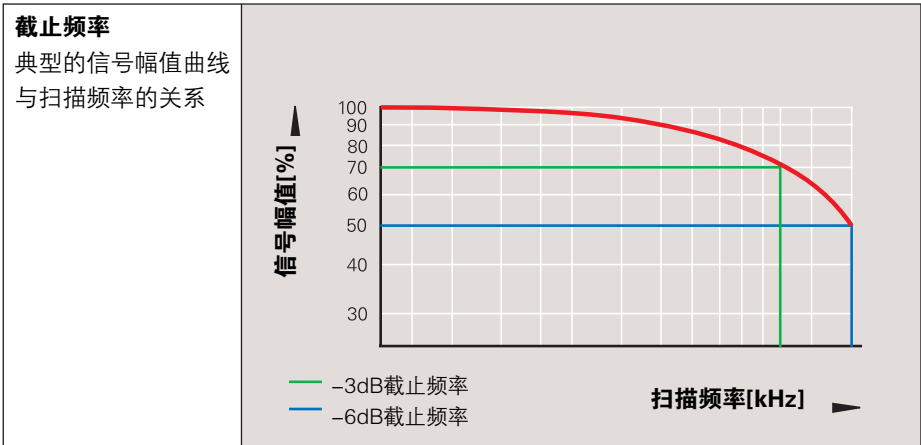
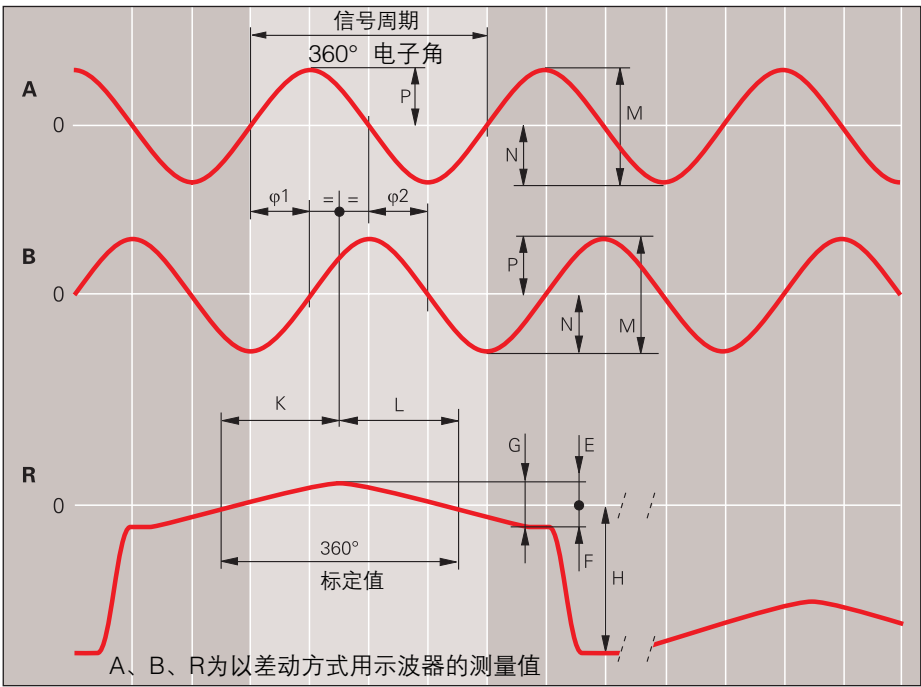
在“技术参数”中推荐了用于**位置测量**的测量步距 对于特殊应用，也可以使用其它分辨率。

短路稳定性

输出信号暂时短路到0 V或5 V上不会造成编码器故障，但是这是不允许的工作状态。

短路发生在	20 °C	125 °C
一个输出	< 3 min	< 1 min
所有输出	< 20 s	< 5 s

接口	正弦电压信号 $\sim 1\text{ V}_{PP}$
增量信号	2 个正弦信号 A 和 B 信号电平 M: 0.6 至 1.2 VPP; 典型值 1 VPP 对称偏差 IP – NI/2M: ≤ 0.065 信号幅值比 M_A/M_B : 0.8 至 1.25 相位角 $ \varphi_1 + \varphi_2 /2$: $90^\circ \pm 10^\circ \text{ elec.}$
参考点信号	1 或数个信号峰值 R 有效分量 G: 0.2 至 0.85 V 静态值 H: 0.04 V 至 1.7 V 切换阈值 E、F: $\geq 40\text{ mV}$ 零位宽度 K、L: $180^\circ \pm 90^\circ \text{ 电子角}$
连接电缆	带屏蔽的 HEIDENHAIN 电缆 PUR $[4(2 \times 0.14\text{ mm}^2) + (4 \times 0.5\text{ mm}^2)]$
电缆长度	最长 150 m, 分布电容为 90 pF/m
传输时间	6 ns/m
有关编码器的公差范围，请见技术参数。	



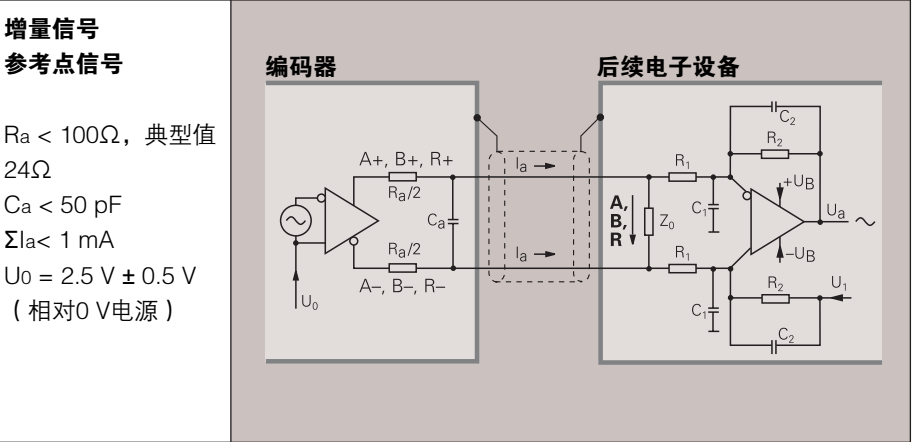
后续电子设备的输入电路

规格
运算放大器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 约为 U_0

电路的-3dB截止频率
约450 kHz
约50 kHz, 其 $C_1 = 1000\text{ pF}$
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
 $U_a = 3.48\text{ Vpp}$ 典型值
增益3.48

信号监测
250 mVpp 阈值灵敏度的信号用于监测1
Vpp 增量信号。



引脚编号

12芯连接器M23					12芯接头M23					15芯D-sub接头 用于IK 115/IK 215或编码器				
	电源				增量信号						其它信号			
	12	2	10	11	5	6	8	1	3	4	9	7	/	
	4	12	2	10	1	9	3	11	14	7	5/8/13/15	14	/	
	UP	传感器	0V	传感器	A+	A-	B+	B-	R+	R-	空	空	空	
	棕色/ 绿色	兰色	白色/ 绿色	白色	棕色	绿色	灰色	粉色	红色	黑色	/	紫色	黄色	

外壳屏蔽; UP = 电源电压
传感器: 传感器在内部与相应的电源线相连

信号接口

绝对位置值 EnDat

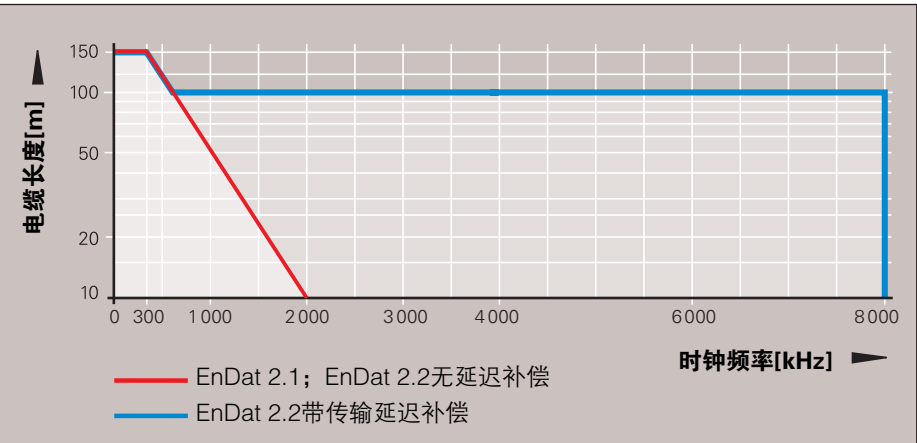
EnDat信号接口是一种编码器用的**双向数字**接口。EnDat 2.2可以传输绝对式编码器的位置值也可以传输增量式编码器的位置值，还能读取和更新保存在编码器中的信息或保存新信息。由于采用**串行数据传输方式**，它只需要**四条信号线**。数据传输与后续电子设备的时钟信号**同步**。传输的数据类型（位置值、参数或诊断信息等）可用后续电子设备发至编码器的模式指令选择。

时钟频率与电缆长度的关系

如果传输延迟时间没有补偿的话，**时钟频率**取决于电缆长度，频率可在**100 kHz到2 MHz**之间。

由于电缆长度增长和时钟频率增高会使工作信号发生无法准确判断数据的畸变，因此应通过工作测试来测量延迟时间并进行补偿。如果在后续电子设备中对**传输延迟进行补偿**，时钟频率可提高到**8 MHz**，而电缆长度也可能可以延长到100 m。最高可用的时钟频率主要取决于所用的电缆和连接元件部件。如果要确保能在2 MHz以上时钟频率时正常工作，只能使用HEIDENHAIN公司的原厂电缆。

接口	EnDat 串行双向
数据传输	绝对位置值、参数和其它信息
数据输入	差分线路接收器符合 EIA 的 RS 485 标准对 $\overline{\text{CLOCK}}$ 、 $\overline{\text{CLOCK}}$ 、 $\overline{\text{DATA}}$ 和 $\overline{\text{DATA}}$ 信号的要求
数据输出	符合 EIA 的 RS 485 标准对 $\overline{\text{DATA}}$ 和 $\overline{\text{DATA}}$ 信号要求的差分线路驱动器
编码类型	纯二进制码
位置值	沿箭头方向移动为增加（参见“规格”）
增量信号	$\sim 1\text{ Vpp}$ （参见“1 Vpp 增量信号”），取决于所用单元
连接电缆	带屏蔽的 HEIDENHAIN 电缆
带 增量信号	$\text{PUR} [(4 \times 0.14\text{ mm}^2) + 4(2 \times 0.14\text{ mm}^2) + (4 \times 0.5\text{ mm}^2)]$
不带 增量信号	$\text{PUR} [(4 \times 0.14\text{ mm}^2) + (4 \times 0.34\text{ mm}^2)]$
电缆长度	最长 150 m
传输时间	最长 10 ns；约 6 ns/m



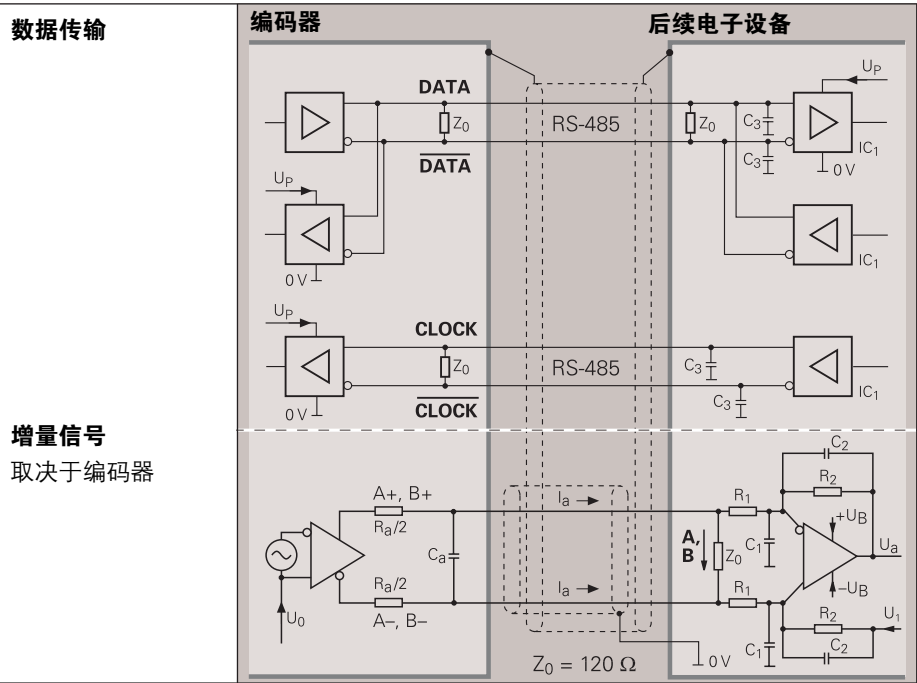
后续电子设备的输入电路

规格

IC_1 = RS 485 差分线路接收器和驱动器

$C_3 = 330\text{ pF}$

$Z_0 = 120$



版本

扩展的EnDat接口2.2版在通信、指令集和时间条件方面与2.1版兼容，但有显著改善。例如它能传输位置信息的附加信息，而无需单独请求发送。接口协议也得到扩展，时间条件（时钟频率、处理时间、恢复时间）进一步优化。此外，EnDat 02或EnDat 22编码器的订购型号还提供更大的电源范围。

EnDat 2.1和EnDat 2.2都允许带或不带增量信号。EnDat 2.2的内部分辨率更高。因此，取决于所采用的控制技术，不需要对增量信号进行细分处理。为了提高采用EnDat 2.1接口编码器的分辨率，增量信号在后续电子设备中进行计算。

指令集

指令集是指所有可用模式的全部指令。EnDat 2.2指令集包括EnDat 2.1模式指令。当EnDat 2.2指令集中的一个模式指令发给EnDat-01后续电子设备时，编码器或后续电子设备可能产生出错信息。

使用2.2版的EnDat指令集（包括EnDat 2.1指令集）

- 增量式和绝对式编码器的位置值
- 位置值的附加信息
 - 诊断和测试值
 - 增量式编码器参考点回零后的绝对位置值
 - 参数的上传/下载
 - 换向信号
 - 加速度
 - 限位信号
 - 编码器电路板的温度
 - 外部温度传感器的温度计算（例如电机绕组中的）

使用2.1版的EnDat指令集

- 绝对位置值
- 参数的上传/下载
- 复位
- 测试指令和测试值

接口	指令集	订购型号	版本	时钟频率
EnDat	EnDat 2.1或	EnDat 01	带增量信号	≤ 2 MHz
	EnDat 2.2	EnDat 21	不带增量信号	
	EnDat 2.2	EnDat 02	带增量信号	≤ 2 MHz
	EnDat 2.2	EnDat 22	不带增量信号	≤ 8 MHz

EnDat接口的优点

- **自动配置:** 所有后续电子设备所需的全部信息都保存在编码器中
- **系统安全性高,** 提供报警、监测和诊断信息
- **数据传输可靠性高,** 具有冗余循环校验功能
- 安装过程中配置速度快: **原点平移**由编码器内的偏移值设置

EnDat 2.2的其它优点

- **一个接口**能适用于所有绝对式和增量式编码器
- **附加信息**（限位开关、温度、加速度）
- **质量更高:** 编码器内的位置值计算功能支持更短的采样周期（25µs）

EnDat 2.2编码器**纯二进制串行数据传输**的突出优点

- **后续电子设备简单, 只需一片EnDat接收芯片**
- **连接技术简单:** 采用标准连接部件（M12 – 8芯）, 标准单屏蔽电缆并且电缆接线成本低
- **传输时间更短,** 数据字长能适应编码器分辨率
- **时钟频率可达8 MHz。** 只需约10 µs的时间, 后续电子设备就能获得位置值
- **支持先进机床技术,** 例如直接驱动技术

功能

EnDat数据接口传输绝对位置值或附加物理量（仅限EnDat 2.2）的时序明确无误，并能读取或写入编码器的内存。有些功能只用于EnDat 2.2模式指令。

传输**位置值**时可带也可不带附加信息。附加信息类型可通过“存储区选择”（MRS）码选择。其它功能，例如读写参数，也可在选择了存储区和地址后执行。通过同步传输位置值，反馈环中的轴还能请求获得附加信息并能执行其功能。

参数的读写操作可以单独执行，也可以与位置值一起执行。选择存储区和地址后，可以读或写参数。

复位功能用于发生故障时对编码器进行复位。复位可以在位置值传输期间或非传输期间执行。

工作诊断用于检测位置值，包括静止时检测。测试指令可以使编码器发送要求的测试值。

更多信息，请见“EnDat 2.2技术信息”文档或访问www.endat.de。

选择传输类型

传输的数据类型分为位置值，位置值及附加信息或参数。所传输的信息类型由模式指令选择。**模式指令**决定被传输信息的类型。每种模式指令包括三个Bit。为确保传输的可靠，每个Bit均采用冗余传输（反相或两次）。如果编码器检测到一个错误的模式传输，它将发送一个出错信息。EnDat 2.2还能在传输位置值的同时传输附加信息。因此它能保证始终提供当前位置值给控制环，甚至包括请求参数时。

传输位置值的控制周期

传输周期从**时钟**的第一个下降沿开始。编码器保存测量值并计算位置值。两个时钟脉冲（2T）后，为了**选择传输类型**，后续电子设备发送模式指令“Encoder transmit position value”（编码器传送位置值）（带或不带附加信息）。

成功计算完绝对位置值（tcal – 参见“**技术参数**”）后，从**起始位**开始由编码器向后续电子设备传输数据。后续的**出错信息** – “错误1”和“错误2”（只适用于EnDat 2.2指令）是监测类的信号，用于监测故障。

然后，从最低有效位（LSB）开始以一个完整数据字形式传送绝对**位置值**。其长度取决于所用的编码器。传输一个位置值所需的时钟脉冲数保存在编码器制造商设定的参数中。位置值的数据传输以**循环冗余校验**（CRC）结束。

在EnDat 2.2中，循环冗余校验后接有附加信息1和2，它也以CRC结束。在数据字结尾处，必须将时钟信号置为高电平。10至30 μs后或1.25至3.75 μs（EnDat 2.2可用参数调整的恢复时间t_m）后，数据线返回低电平。然后，时钟信号启动**新的数据传输**。

模式指令

• 编码器传输位置值 • 选择存储区 • 编码器接收参数 • 编码器传输参数 • 编码器接收复位¹⁾ • 编码器传输测试值 • 编码器接受测试指令	EnDat 2.1	EnDat 2.2
• 编码器传输位置值及附加信息 • 编码器传输位置值并接收存储区选择²⁾ • 编码器传输位置值并接收参数²⁾ • 编码器传输位置值并发送参数²⁾ • 编码器传输位置值并接收出错复位²⁾ • 编码器传输位置值并接收测试指令²⁾ • 编码器接收通信指令³⁾		

1) 其作用相当于电源开关关闭后再打开

2) 也传输所选的附加信息

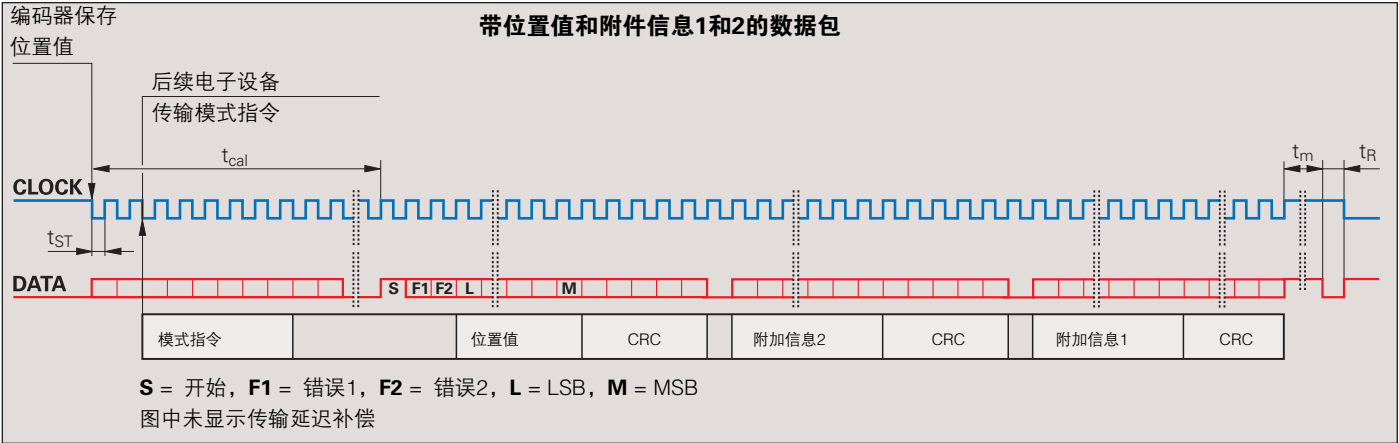
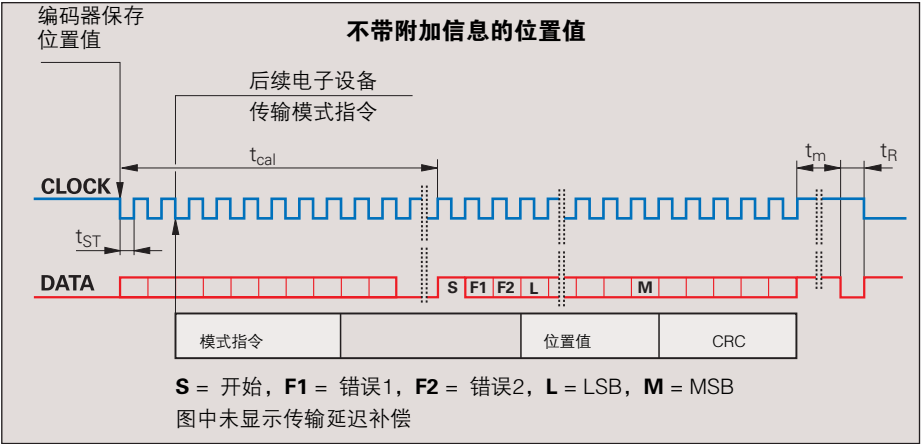
3) 预留给不支持安全系统的编码器

绝对式直线光栅尺计算位置值的时间tcal取决于EnDat 2.1或EnDat 2.2传输模式指令（参见“**技术参数**”）。如果需要为机床轴控制器计算增量信号，那么应使用EnDat 2.1模式指令。仅在该情况下，将在请求发送位置值时才同步传输激活的出错信息。EnDat 2.1模式指令不能用于控制机床轴的纯串行位置值传输。

		无延迟补偿	带延迟补偿
时钟频率	f _c	100 kHz ... 2 MHz	100 kHz ... 8 MHz
计算时间		参见“ 技术参数 ” 最大 12 ms	
位置值参数	t _{cal} t _{ac}		
恢复时间	t _m	EnDat 2.1: 10至30 μs EnDat 2.2: 10至30 μs或1.25至3.75 μs (f _c ≥ 1 MHz) (可用参数调整)	
	t _R	最大 500 ns	
	t _{ST}	—	2 至 10 μs
数据延迟时间	t _D	(0.2 + 0.01 x 电缆长度, 单位为 m) μs	
脉冲宽度	t _{HIGH}	0.2 至 10 μs	脉冲宽度变化 由高至低, 最大 10%
	t _{LOW}	0.2 至 50 ms/30 μs (用 LC)	

EnDat 2.2 – 位置值传输

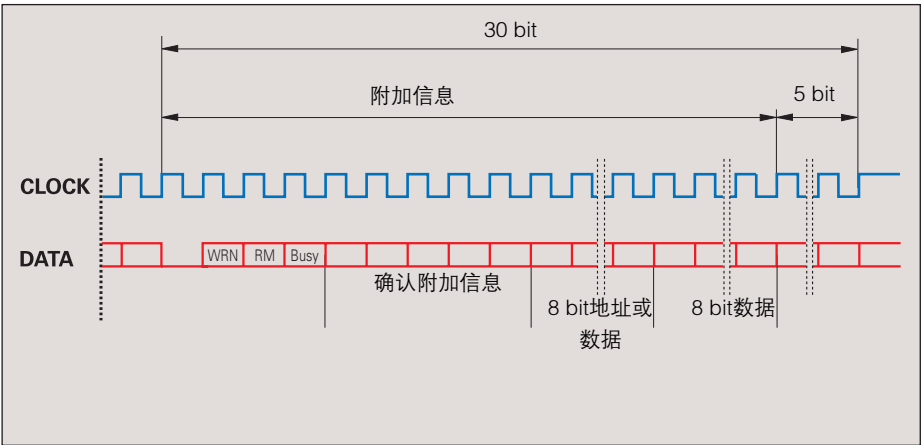
EnDat 2.2支持选择带或不带附加信息地传输位置值。



附加信息

对EnDat 2.2信号接口, 可给位置值添加一个或两个附加信息。每个附加信息为30 bit长, 第一个bit为低电平并以CRC结束。相应编码器所支持的附加信息保存在编码器参数中。

附加信息的内容由MRS码决定, 并在下个采样周期中传输附加信息。然后每次采样时均传输该信息直到选择了新的不同内容的存储区为止。



附加数据总以以下信息开始:	附加信息含有以下数据:	
状态数据	附加信息1	附加信息2
警告 – WRN	诊断	换向信号
参考点 – RM	位置值2	加速度
参数请求 – busy	存储参数	限位信号
确认附加信息	MRS码确认	
	测试值	
	温度	

EnDat 2.1 – 位置值传输

EnDat 2.1数据接口可用断续时钟脉冲（同EnDat 2.2）或连续时钟脉冲选择位置值传输。

断续时钟

断续时钟是专为闭环控制等用的时间 – 时钟系统设计的。在数据字后，时钟信号被置为高电平。10至30 μs (t_m) 后，数据线恢复低电平。时钟信号启动新的一次传输。

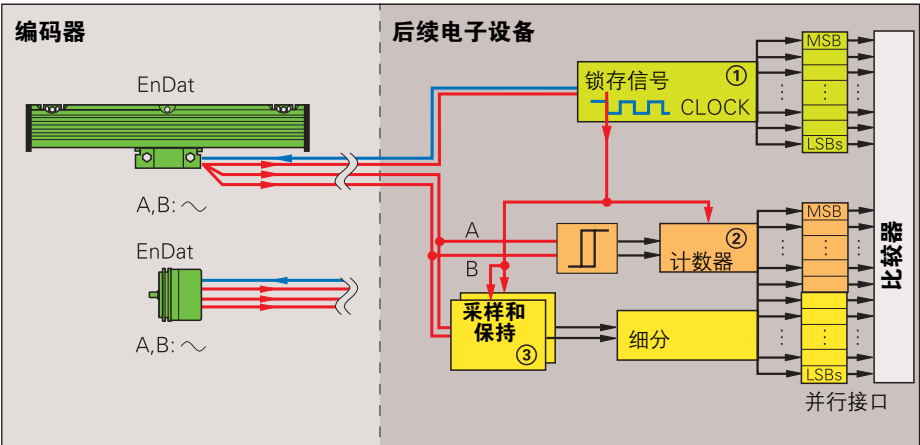
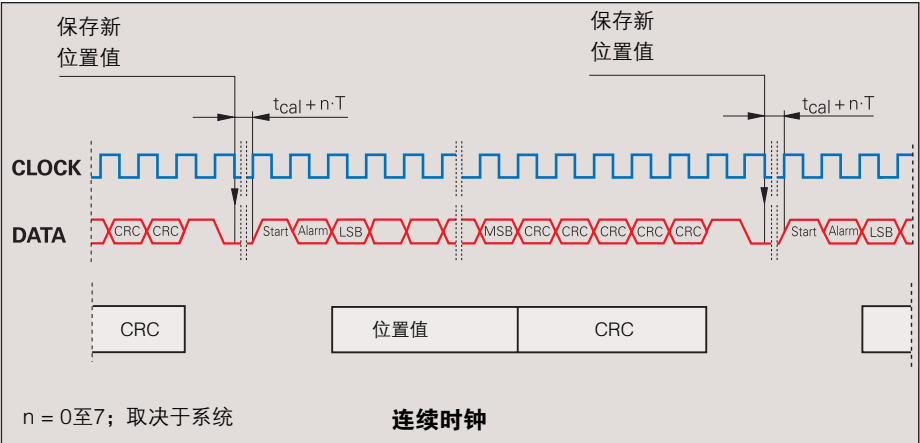
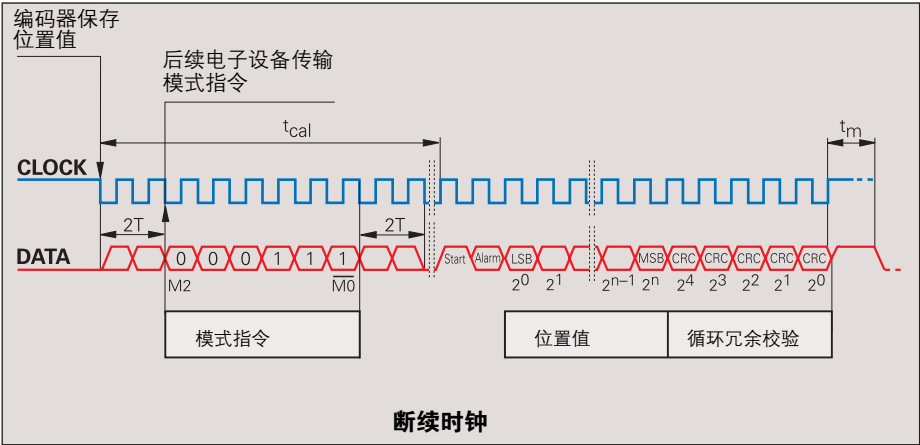
连续时钟

为满足快速获得位置值的应用要求，EnDat接口支持用连续时钟工作。在上个CRC码发出后，数据线立即切换为高电平开始一个时钟周期，然后再返回低电平。在紧接其后的时钟下降沿保存位置值，并在起始位和报警位后用时钟信号同步发出位置值。由于只需在传输第一个数据前向编码器发送一次位置值传输的模式指令，因而在连续时钟传输模式下，每传送一个位置值可以缩短9个时钟周期。

增量信号与串行传输码值的同步

带EnDat接口的绝对式编码器能够精确地将串行传输的绝对位置值与增量信号保持同步。在后续电子设备时钟信号的第一个下降沿（锁存信号），编码器上各刻轨的扫描信号和计数器被锁存，另外供后续电子设备细分用的正弦增量的A/D转换器也被锁存。

串行接口传输的码值确切地对应一个增量信号周期。位置值一定在一个增量信号的正弦周期之内。所以，后续电子设备能够将细分后的增量信号直接添加到串行传输的码值上。



开机并完成第一次位置值传输后，后续电子设备就得到了两个冗余的位置值。EnDat接口的编码器能保证无论连接电缆有多长，它用串口传输的绝对位置值与增量信号总能保证精确同步，所以后续电子设备可以比较这两个值。由于EnDat数据接口的传输时间不超过50 μs ，所以这种监测功能可以支持很高的轴转速。这个能力是现代机床和安全技术所必须的。

参数和存储区

编码器为参数提供了不同的存储区。这些存储区可被后续电子设备读取，其中有些还能被编码器制造商、OEM厂商甚至最终用户写入。也有些存储区是只读的。

一般来说，OEM厂家设置的参数都是有关编码器功能和EnDat接口方面的。因此更换编码器时，必须确保参数设置正确无误。如果在设置的机床参数中没有OEM数据的话，将导致故障。因此，如有任何有关参数不清楚的地方，应咨询OEM厂家。

编码器制造商参数

这个写保护的存储区存放着与特定编码器有关的全部规格信息，例如编码器类型（直线光栅尺/角度编码器、单转/多转等）、信号周期、每转位置值、位置值的传输格式、旋转方向、最高允许的转速和转速与精度的关系、对报警和警告信号的支持、零件号及序列号等。这些信息是参数自动配置的基础。在一个单独的存储区中保存的EnDat 2.2参数类型有：附加信息状态、温度、加速度、对诊断和出错信息的支持等。

OEM厂商参数

OEM厂商可以在这个允许自定义的存储区保存它自己的信息，例如编码器安装在电机中的话，可以用它保存电机的“电子ID标签”来提供电机型号、最大额定电流等信息。

工作参数

这个存储区供用户记录原点平移和诊断配置信息。它可以是写保护的。

工作状态

这个存储区可以为诊断功能提供详细报警或警告信息。还可以激活OEM厂商参数及工作参数存储区的写保护并能查询其状态。一旦写保护被激活，它将无法被删除。

安全系统

安全系统正在开发中。计划对EnDat 2.2接口的编码器开发面向安全的控制功能。参见EN 61800标准“可调速的电气动力传输系统”的5-2章。

监测和诊断功能

EnDat接口可以对编码器进行全面的监测而无需其它传输线路。有些编码器支持的报警和警告信号保存在存储区的“编码器制造商的参数”中。

诊断

有关编码器功能和附加诊断值的周期性信息通过附加信息传输。

出错信息

一旦发生可能导致不正确位置值的编码器故障，它将立即发出出错信息。发生故障的确切原因保存在“工作状态”存储器中，并提供详细解释。例如以下错误：

- 光源故障
- 信号幅值不足
- 位置值计算错误
- 供电电压太高或太低
- 电流消耗太大

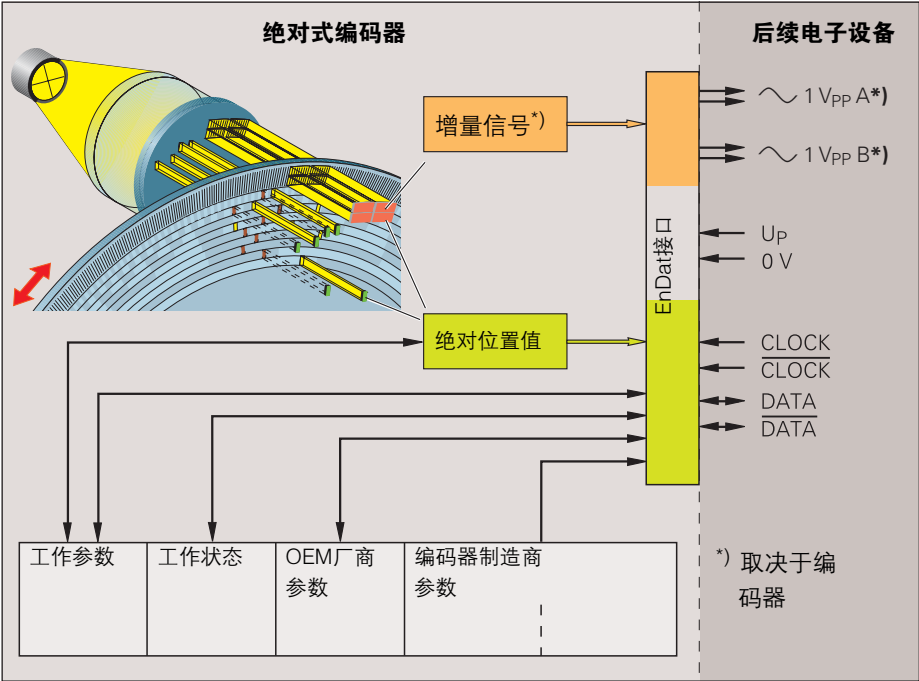
出现错误时，EnDat接口传输错误Bit、错误1和错误2（仅限EnDat 2.2指令）。这些都是监视功能类的信号，也用作监测故障。两种出错信息相互独立地生成。

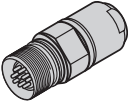
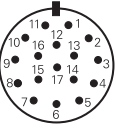
警告信息

警告信息的集合Bit以附加信息的状态数据传输。警告信息包括达到或超过编码器极限值，如转速、由调压方式补偿光源亮度的极限值等而尚不会造成位置测量值不正确情况。警告功能是一项预防功能，它能最大限度地缩短停机时间。

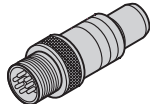
循环冗余校验

为确保数据传输可靠性，对数据字各Bit值进行逻辑处理中全部采用循环冗余校验（CRC）。每次传输数据的最后是5位长的CRC码。CRC由接收电路解码并与数据字进行比较。这样能极大地消除数据传输过程中因干扰所引发的错误。

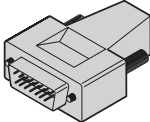
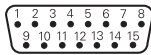
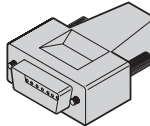
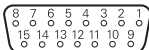


17芯连接器 M23													
													
电源				增量信号						绝对位置值			
	7	1	10	4	11	15	16	12	13	14	17	8	9
	U _P	传感器 U _P	0 V	传感器 0 V	内屏蔽	A+	A-	B+	B-	DATA	DATA	CLOCK	CLOCK
	棕色/ 绿色	兰色	白色/ 绿色	白色	/	绿色/ 黑色	黄色/ 黑色	兰色/ 黑色	红色/ 黑色	灰色	粉色	紫色	黄色

外壳屏蔽；U_P = 电源电压
传感器：传感器在内部与相应的电源线相连
禁止使用空的管脚或空线！

8芯连接器M12								
								
	电源				绝对位置值			
	2	8	1	5	3	4	7	6
	U _P ¹⁾	U _P	0V ¹⁾	0V	DATA	DATA	CLOCK	CLOCK
	兰色	棕色/绿色	白色	白色/绿色	灰色	粉色	紫色	黄色

外壳屏蔽；U_P = 电源电压
¹⁾ 用于并行配置电源线
禁止使用空的管脚或空线！

15芯 D-sub接头（针式） 用于IK 115/IK 215						15芯 D-sub接头（孔式） 用 于HEIDENHAIN控制系统和 IK 220							
													
	电源					增量信号 ¹⁾				绝对位置值			
	4	12	2	10	6	1	9	3	11	5	13	8	15
	1	9	2	11	13	3	4	6	7	5	8	14	15
	U _P	传感器 U _P	0V	传感器 0 V	内屏蔽	A+	A-	B+	B-	DATA	DATA	CLOCK	CLOCK
	棕色/ 绿色	兰色	白色/ 绿色	白色	/	绿色/ 黑色	黄色/ 黑色	兰色/ 黑色	红色/ 黑色	灰色	粉色	紫色	黄色

外壳屏蔽；U_P = 电源电压
传感器：传感器在内部与相应的电源线相连
禁止使用空的管脚或空线！
¹⁾ 不适用于IK 115/IK215的适配电缆，Id. Nr. 524599-xx

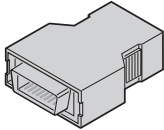
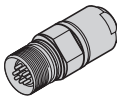
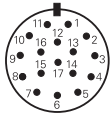
信号接口

Fanuc和Mitsubishi引脚编号

Fanuc引脚编号

HEIDENHAIN公司的编码器型号后凡带F字母的表示可用于连接Fanuc的以下控制系统

- **Fanuc 01串口**
1 MHz通信速率
- **Fanuc 02串口**
1 MHz至2 MHz通信速率

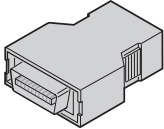
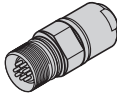
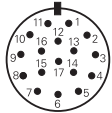
15芯 Fanu接头					17芯 HEIDENHAIN 连接器				
  					  				
	电源					绝对位置值			
	9	18/20	12	14	16	1	2	5	6
	7	1	10	4	-	14	17	8	9
	U _P	传感器 U _P	0V	传感器 0 V	屏蔽	串行数据	串行数据	请求	请求
	棕色/ 绿色	兰色	白色/绿色	白色	-	灰色	粉色	紫色	黄色

外壳屏蔽；U_P = 电源电压

传感器：传感器在内部与相应的电源线相连
禁止使用空的管脚或空线！

Mitsubishi引脚编号

HEIDENHAIN公司的编码器型号后凡带M字母的表示用于连接Mitsubishi的高速串口控制系统

20芯 Mitsubishi接头					17芯HEIDENHAIN 连接器				
  					  				
	电源					绝对位置值			
	20	19	1	11	6	16	7	17	
	7	1	10	4	14	17	8	9	
	U _P	传感器 U _P	0V	传感器 0 V	串行数据	串行数据	请求帧	请求帧	
	棕色/绿色	兰色	白色/绿色	白色	灰色	粉色	紫色	黄色	

外壳屏蔽；U_P = 电源电压

传感器：传感器在内部与相应的电源线相连
禁止使用空的管脚或空线！

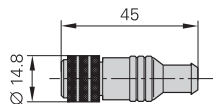
电气连接元件和电缆 一般信息

绝缘接头：带连接环的连接元件有针式和孔式两种。

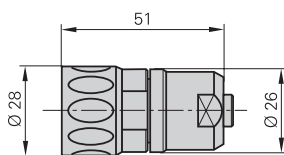
图符



M12



M23

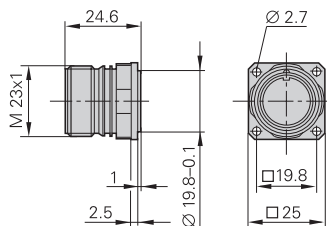


法兰座：永久性固定在编码器或壳体上的连接元件，带外螺纹（同连接器），有针式或孔式两种。

图符



M23



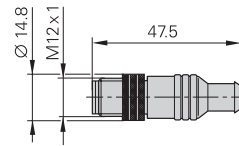
绝缘连接器:

外螺纹的连接元件有针式和孔式两种。

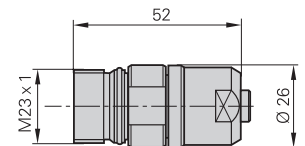
图符



M12



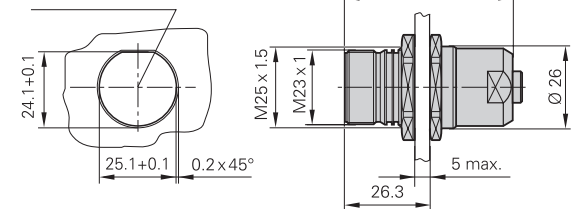
M23



中心紧固的安装式连接器

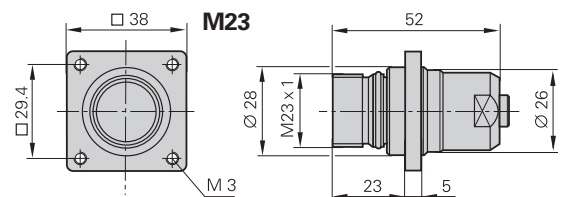
固定用孔

M23



带法兰的安装式 连接器

M23



接头上的引脚**编号**方向与联结器或法兰座的方向相反，包括连接元件为

针式触点或是



孔式触点

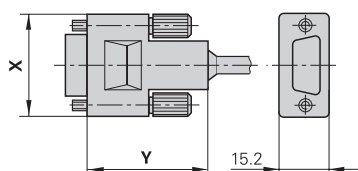


结合后，连接的**防护等级**可达到IP 67
(D-sub接头: IP 50; IEC 60529)。未结
合时，无防护能力。

法兰座和安装式连接器附件 M23

D-sub接头: 用于HEIDENHAIN公司的控制系统、计数卡和IK绝对值计数卡。

图符



x: 41.7 **y:** 15.2

钟形密封圈

Id. Nr. 266526-01

螺纹金属防尘盖

Id. Nr. 219926-01

适配电缆

增量式直线光栅尺		电缆 Ø	LB 382 LF 183	LF 481	LS 187 LS 487
适配电缆 M23连接器（针式）		6 mm	310128-xx	310123-xx	360645-xx
适配电缆 无接头		6 mm	310131-xx	310134-xx	354319-xx
适配电缆 M23接头（针式）		6 mm 4.5 mm	310127-xx -	310122-xx -	344228-xx 352611-xx
金属外壳的适配电缆 M23接头（针式）		10 mm	310126-xx	310121-xx	344451-xx
适配电缆 D-sub插头（15芯）		6 mm	298429-xx	298430-xx	360974-xx

绝对式直线光栅尺 – EnDat		电缆 Ø	LC 183 LS 483 带增量信号	LC 183 LS 483 不带增量信号
适配电缆 M23连接器（针式）		6 mm	533631-xx	-
金属外壳的适配电缆 M23连接器（针式）		10 mm	558362-xx	-
适配电缆 D-sub型接头		6 mm	558717-xx	-
适配电缆 M23连接器（针式）		4.5 mm	-	533661-xx
金属外壳的适配电缆 M23连接器（针式）		10 mm	-	550678-xx

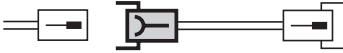
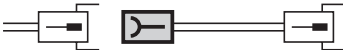
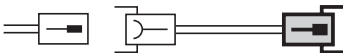
绝对式直线光栅尺 – Fanuc/Mitsubishi		电缆 Ø	LC 193F LC 493F	LC 193M LC 493M
适配电缆 M23连接器（针式）		6 mm 4.5 mm	- 545547-xx	
适配电缆 Fanuc接头		6 mm 4.5 mm	- 547300-xx	- -

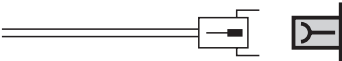
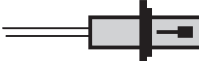
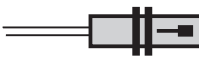
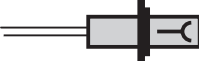
连接电缆12芯~1 VPP 17芯EnDat/Fanuc/Mitsubishi

PUR连接电缆Ø8 mm 用于带连接器或法兰座的编码器		PUR连接电缆Ø 8 mm 用于带接头的编码器	
全套 M23接头（孔式）和M23接头（针式） 	12芯 298399-xx	全套 M23连接器（孔式）和M23接头（针式） 	12芯 298400-xx
全套 M23接头（孔式）和M23接头（针式） 	17芯 323897-xx	一个M23连接器（孔式） 	12芯 298402-xx
全套 M23接头（孔式）和D-sub接头（孔式），用于连接HEIDENHAIN控制系统和IK 220 	12芯 310199-xx 17芯 332115-xx		
全套 M23接头（孔式）D-sub接头（针式），用于IK 115/IK 215 	17芯 324544-xx		
一个M23接头（孔式） 	12芯 309777-xx 17芯 309778-xx		
无接头电缆 	12芯 244957-01 17芯 266306-01	$[4(2 \times 0.14 \text{ mm}^2) + (4 \times 0.5 \text{ mm}^2)]$ $[(4 \times 0.14 \text{ mm}^2) + 4(2 \times 0.14 \text{ mm}^2) + (4 \times 0.5 \text{ mm}^2)]$	
EnDat 2.2编码器无增量信号带M12连接元件的连接电缆			
全套 M12接头（孔式），8芯和M12接头（针式），8芯 	368330-xx	全套 M12接头（孔式）和D-sub型接头（针式），用于IK 115/IK 215 	524599-xx
PUR适配电缆用于连接Fanuc接口，Ø 8 mm		PUR适配电缆用于连接Mitsubishi接口，Ø 8 mm	
全套 M23接头（孔式）17芯和Fanuc接头 $[(2 \times 2 \times 0.14 \text{ mm}^2) + (4 \times 1 \text{ mm}^2)]$ 	534855-xx	全套 M23接头（孔式）17芯和Mitsubishi接头 $[(2 \times 2 \times 0.14 \text{ mm}^2) + (4 \times 0.5 \text{ mm}^2)]$ 	344625-xx
无接头电缆 $[(2 \times 2 \times 0.14 \text{ mm}^2) + (4 \times 1 \text{ mm}^2)]$ 	354608-01	无接头电缆 $[(2 \times 2 \times 0.14 \text{ mm}^2) + (4 \times 1 \text{ mm}^2)]$ 	354608-01

连接元件12芯 $\sim$ 1 VPP

17芯EnDat

M23接头和连接器			
编码器电缆上的连接器 	M23连接器（针式）	编码器电缆上连接器或法兰座的配合元件 	M23接头（孔式）
电缆 $\varnothing$ 4.5 mm $\varnothing$ 6 mm	12芯 291698-14 12芯 291698-03 17芯 291698-26	连接电缆， $\varnothing$ 8 mm	12芯 291697-05 17芯 291697-26
编码器电缆上的接头 	M23接头（针式）	用于编码器接头的连接电缆上的配合元件 	M23连接器（孔式）
电缆 $\varnothing$ 4.5 mm $\varnothing$ 6 mm	12芯 291697-06 12芯 291697-07	连接电缆， $\varnothing$ 8 mm	12芯 291698-02
		连接后续电子设备的接头 	M23接头（针式）
		连接电缆， $\varnothing$ 8 mm	12芯 291697-08 17芯 291697-27

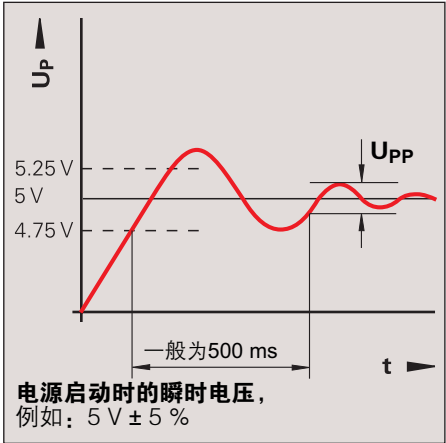
安装用的连接器和M23法兰座			
	M23法兰座（孔式）		用于安装在带法兰基座上的M23连接器(针式)
	12芯 315892-08 17芯 315892-10	电缆 $\varnothing$ 6 mm $\varnothing$ 8 mm	12芯 291698-08 12芯 291698-31 17芯 291698-29
	用于安装在带中心固定的基座上的M23连接器（针式）		用于安装在带法兰基座上的M23连接器(孔式)
电缆 $\varnothing$ 6 mm	12芯 291698-33 17芯 291698-37	电缆 $\varnothing$ 6 mm $\varnothing$ 8 mm	12芯 291698-17 12芯 291698-07 17芯 291698-35

适配器接头 $\sim$ 1 VPP/ $\sim$ 11 μ App	
将1- VPP输出信号转换为给后续电子设备的11- μ App输入信号； M23接头（孔式，12芯）和M23接头（针式，9芯） 	364914-01

电源

编码器需要采用直流稳压电源，**稳压后的直流电压为U_P**。有关电源和所需电流大小，参见相应技术参数。直流电压的最大允许的波动量为：

- 高频干扰
U_{pp} < 250 mV, dU/dt > 5 V/μs
- 低频基波干扰
U_{pp} < 100 mV



所述值在编码器端测得，即没有电缆影响。可以用电子设备的**传感器线**监测和调整电压。如果没有可控调电源，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：

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

- 其中
- ΔU: 电压压降，单位为V
 - L_C: 电缆长度，单位为mm
 - I: 编码器电流消耗，单位为mA (参见“技术参数”)
 - A_P: 电源线截面积，单位为mm²

HEIDENHAIN 电缆	电源线截面积, A _p			
	1 VPP/TTL/HTL	11 μAPP	EnDat/SSI 17 芯	EnDat 8 芯
Ø 3.7 mm	0.05 mm ²	—	—	—
Ø 4.5/5.1 mm	0.14/0.05 ²⁾ mm ²	0.05 mm ²	0.05 mm ²	—
Ø 6/10 ¹⁾ mm	0.19/ 0.14 ³⁾ mm ²	—	0.08 mm ²	0.34 mm ²
Ø 8/14 ¹⁾ mm	0.5 mm ²	1 mm ²	0.5 mm ²	1 mm ²

1) 金属外皮
2) 只限长度计
3) 只限LIDA 400

电气系统允许的最大轴速/运动速度

编码器最大允许的轴速或编码器移动速度取决于

- **机械系统最大允许的轴速或移动速度**(如有, 参见“技术参数”)
- **电气系统最大允许的轴速或移动速度。**
采用**正弦输出信号**的编码器, 电气系统最大允许的轴速/移动速度取决于-3dB/-6dB截止频率或后续电子设备最大允许的输入频率。
采用**方波信号**的编码器, 电气系统最大允许的轴速/移动速度取决于
 - 编码器最大允许的扫描/输出频率f_{max}和
 - 后续电子设备允许的最小边缘间距 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}: 电气系统最大允许的轴速，单位为rpm
 - V_{max}: 电气系统最大允许的移动速度，单位为m/min
 - f_{max}: 编码器的最大扫描/输出频率或后续电子设备输入频率，单位为kHz
 - z: 角度或旋转编码器每360°的线数
 - SP: 直线编码器的信号周期，单位为μm

电缆

长度

“技术参数”中所列电缆长度仅适用于采用HEIDENHAIN公司的电缆和推荐的后续电子设备的输入电路。

耐用性

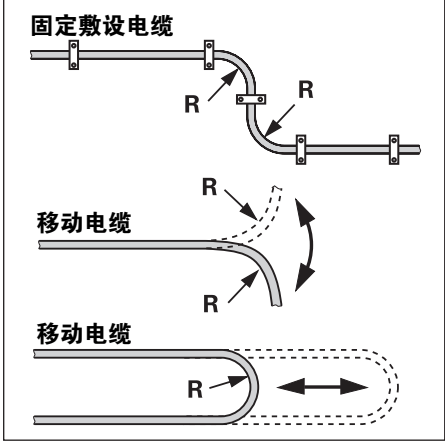
所有编码器都使用聚氨酯(PUR)电缆。PUR 电缆符合**VDE 0472**有关耐油、耐水及耐微生物要求。它不含PVC和硅酮，符合UL安全标准。在电缆上印有**UL认证**“AWM STYLE 20963 80 °C 30 V E63216”。

温度范围

HEIDENHAIN公司的电缆可用于：
固定敷设 -40至85℃
移动电缆 -10至85℃
最高温度不允许超过100 °C，但此时它们的耐水及耐微生物的能力将降低（不包括使用M12连接元件的电缆）。

弯曲半径

允许的弯曲半径取决于电缆R的直径和使用状态：



HEIDENHAIN 电缆	固定敷设 电缆	移动电缆
Ø 3.7 mm	R ≥ 8 mm	R ≥ 40 mm
Ø 4.5 mm	R ≥ 10 mm	R ≥ 50 mm
Ø 5.1 mm		
Ø 6 mm	R ≥ 20 mm	R ≥ 75 mm
Ø 8 mm	R ≥ 40 mm	R ≥ 100 mm
Ø 10 mm ¹⁾	R ≥ 35 mm	R ≥ 75 mm
Ø 14 mm ¹⁾	R ≥ 50 mm	R ≥ 100 mm

信号传输可靠性

电磁兼容性/符合CE要求

经正确安装的HEIDENHAIN公司的编码器符合电磁兼容性标准89/336/EWG以下方面的规定：

- **抗噪性能，IEC 61000-6-2：**
特别是：
 - 静电放电 IEC 61000-4-2
 - 电磁场 IEC 61000-4-3
 - 冲击 IEC 61000-4-4
 - 浪涌 IEC 61000-4-5
 - 传导干扰 IEC 61000-4-6
 - 工频电磁场 IEC 61000-4-8
 - 脉冲磁场 IEC 61000-4-9
- **干扰，IEC 61000-6-4：**
特别是：
 - 对于工业、科研和医疗 IEC 55011 设备（ISM）
 - 用于信息技术设备 IEC 55022

测量信号的传输 – 电气噪声抗干扰性能

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或输入输出接线端子引入到系统中。

- 可能的噪声源有：
- 变压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

绝缘

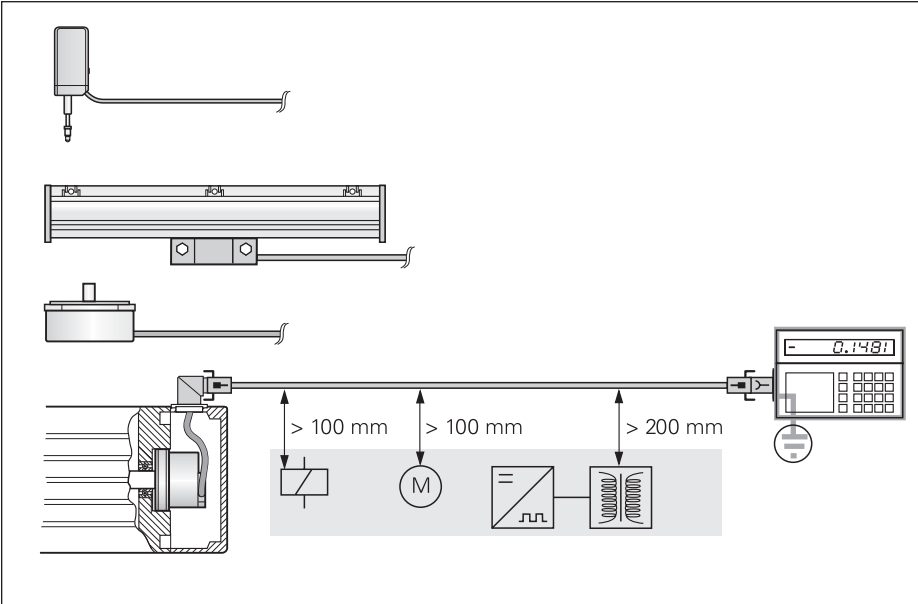
编码器外壳与所有电路绝缘。
额定浪涌电压：500 V
（VDE 0110第1部分中推荐的优选值）

电气噪声的防护

- 必须采取以下措施，确保系统无干扰地工作。
- 仅能使用HEIDENHAIN公司的原厂电缆。注意电源线的电压压降。
 - 使用带金属外壳的接头或端子盒。不要接收任何无关信号。
 - 将编码器、接头、端子盒和信号处理电子设备的外壳与电缆的屏蔽线相连。连接在电缆线头处的屏蔽处，尽可能做到无感连接（接触距离短，全面积接触）。
 - 将整个屏蔽系统与保护地线连接。
 - 禁止将松开的端子壳接触到其它金属表面上。
 - 电缆屏蔽网具有等电位连接导线作用。如果需要在整个系统中补偿电流的话，必须提供单独的等电位连接导线。有关“小截面导线的保护连接”信息，请见EN 50178/4.98中的5.2.9.5章。
 - 只能将HEIDENHAIN公司的位置编码器连接到后续电子设备上，而后续电子设备的电源必须对线电源电路采取双屏蔽或强化屏蔽措施。参见IEC 364-4-41：1992修订版，411章的“对直接或间接接触的保护（PELV或SELV）”。

- 禁止将信号电缆直接置于干扰源附近，（感性器件，例如接触器、电机、变频器、电磁线圈等）。
- 应将干扰源与信号电缆进行充分退藕，在空间中将其相隔100 mm（4 in.）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（8 in.）。参见EN 50178/4.98，5.3.1.1章中有关电缆和线电源部分，EN 50174-2/09.01，6.7章中有关接地和电位补偿部分。
- 如果将**多转编码器用在30 mT以上的电磁场中**，建议您与HEIDENHAIN的德国总部联系。

电缆的屏蔽网和编码器及后续电子设备的金属外壳都有屏蔽功能。外壳的**电位必须相同**，并应通过机床底座或单独的电位补偿线连接到信号的主地线上。电位补偿线的截面积不应小于6 mm²（Cu）。



距干扰源的最小距离

信号处理电子设备

IBV系列

细分和数字化电子电路

细分和数字化电子电路可以细分和数字化 HEIDENHAIN公司编码器的正弦输出信号 ($\sim 1\text{ VPP}$), 细分倍数最高达100倍, 并将其转换成系列TTL方波脉冲信号。



更多信息, 请见IBV 660的 “*细分和数字化电子电路*” 和*IBV 100/EXE 100*产品样本。

	IBV 101	IBV 102	IBV 660
输入信号	$\sim 1\text{ VPP}$		
编码器输入	法兰座, 12 芯孔式		
细分 (可调)	5 倍 10 倍	25 倍 50 倍 100 倍	25 倍 50 倍 100 倍 200 倍 400 倍
最小边缘间距	根据输入频率, 在 2 至 0.125 μs 之间可调		根据输入频率, 在 0.8 至 0.1 μs 之间可调
输出信号	2路TTL方波信号$\overline{U_{a1}}$和$\overline{U_{a2}}$以及其反相信号 $\overline{U_{a1}}$ 和 $\overline{U_{a2}}$ - 参考点脉冲$\overline{U_{a0}}$和 $\overline{U_{a0}}$ - 干扰信号 $\overline{U_{aS}}$		
电源	5 V $\pm$ 5%		

IK 220

通用型PC计数卡

IK 220是一种AT兼容机插入卡, 用于记录两个增量式或绝对式长度光栅尺或角度编码器的测量值。细分和计数电子设备将**正弦输入信号细分最高达4096倍**。附带驱动软件。



	IK 220			
输入信号 (可切换)	 1 V _{PP}	 11 μA _{PP}	EnDat 2.1	SSI
编码器输入	两个 D-sub 接头 (15 芯), 针式			
最大输入频率	500 kHz	33 kHz	—	
最大电缆长度	60 m		10 m	
信号细分倍数 (信号周期: 测量步距)	最高达4096倍			
测量值的数据寄存器 (每通道)	48 bit (使用44 bit)			
内存	可存储8192个位置值			
接口	PCI总线 (即插即用)			
驱动软件和演示程序	WINDOWS95/98/NT/2000/XP VISUAL C++、VISUAL BASIC和BORLAND DELPHI			
尺寸	大约190 mm x 100 mm			

更多信息, 参见 “*IK 220*” 产品样本。

HEIDENHAIN测量设备

PWM 9是一种通用测量仪，用于检验和调整HEIDENHAIN公司的增量式编码器。它的不同扩展组件，可用于各种编码器信号。测量值用LCD屏幕显示。软键操作方便简单。



	PWM 9
输入信号	扩展模块 (接口板), 11 μ APP、1 VPP、TTL、HTL、EnDat 2.1 */SSI*/换向信号 *不显示位置值或参数
功能	• 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, 细分倍数在 1024 倍频以内可选 • 支持调整, 用于敞开式光栅尺
输出	• 将输入信号提供给后续电子设备 • 通过 BNC 插座连接示波器
电源	10 至 30 V, 最大 15 W
尺寸	150 mm $\times$ 205 mm $\times$ 96 mm

IK 215是一种PC机插入卡，用于检验和测试带EnDat或SSI接口的HEIDENHAIN编码器。通过EnDat接口可以读出和写入全部参数。



	IK 215
编码器输入	EnDat (绝对值或增量信号) 或 SSI
接口	PCI 总线, 2.1 版
应用软件	操作系统: Windows 2000/XP (正在开发对 Windows 98 的支持) 功能特性: 位置值显示 增量信号计数器 EnDat 功能
信号细分倍数 用于增量信号	最高达 1024 倍
尺寸	100 mm $\times$ 190 mm

HEIDENHAIN

DR.JOHANNES HEIDENHAIN GmbH

Dr.-Johannes-Heidenhain-Straße 5

83301 Traunreut, Germany

☎ +49/8669/31-0

[FAX] +49/8669/5061

e-mail: info@heidenhain.de

<http://www.heidenhain.de>

海德汉(天津)光学电子有限公司

北京联络处

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

电子信箱: sales@heidenhain.com.cn

上海办事处

地址: 上海市徐汇区天钥桥路333号
腾飞大厦1505室

邮编: 200030

电话: 021-64263131 65046138

传真: 021-62370833

电子邮箱: shanghai@heidenhain.com.cn

西安办事处

地址: 西安市长安北路91号
富城大厦605室

邮编: 710061

电话: 029-87882030 87882056

传真: 029-87882026

电子邮箱: xian@heidenhain.com.cn

广州办事处

地址: 广州市中山六路218-222号
捷泰广场807室

邮编: 510180

电话: 020-81320856

传真: 020-81320857

电子邮箱: guangzhou@heidenhain.com.cn

哈尔滨办事处

地址: 哈尔滨市南岗区南通大街258号
船舶大厦1107房间

邮编: 150001

电话: 0451-82569541

传真: 0451-82569542

电子邮箱: harbin@heidenhain.com.cn

成都办事处

地址: 成都市人民南路一段88号
城市之心19楼F座

邮编: 610016

电话: 028-86202155

传真: 028-86202159

电子邮箱: chengdu@heidenhain.com.cn

公司网址: www.heidenhain.com.cn <<欢迎下载电子样本>>

海德汉有限公司

地址: 香港九龙观塘开源道49号
创贸广场15字楼2室

电话: 852-27591920

传真: 852-27591961

电子邮箱: sales@heidenhain.com.hk

海德汉亚太有限公司

新加坡51乌美弯

邮编: 408593

电话: +65/6749 32 38

传真: +65/6749 39 22

电传: +65/33407

电子邮箱: info@heidenhain.com.sg