



HEIDENHAIN



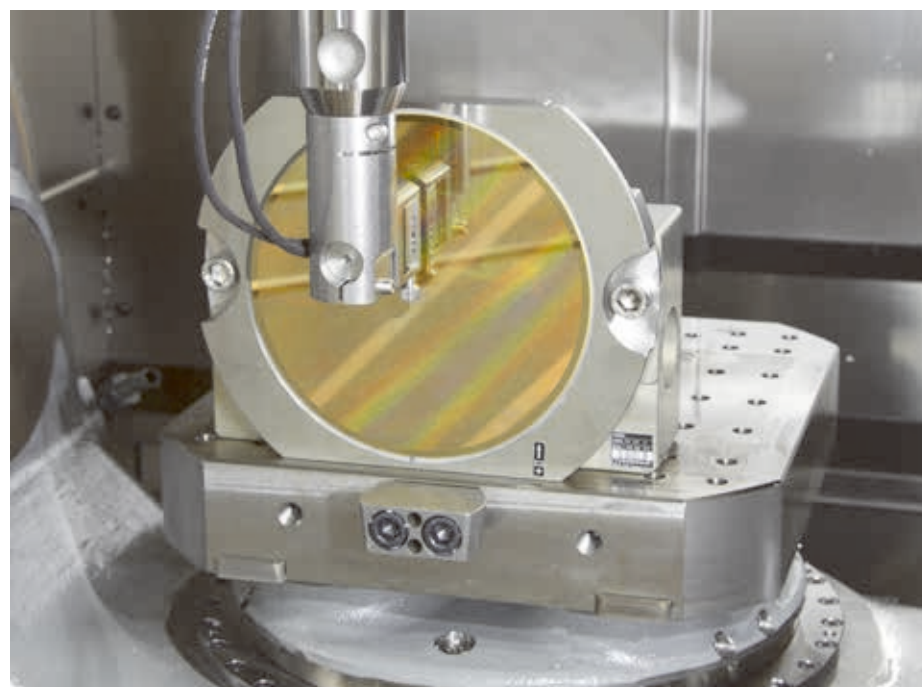
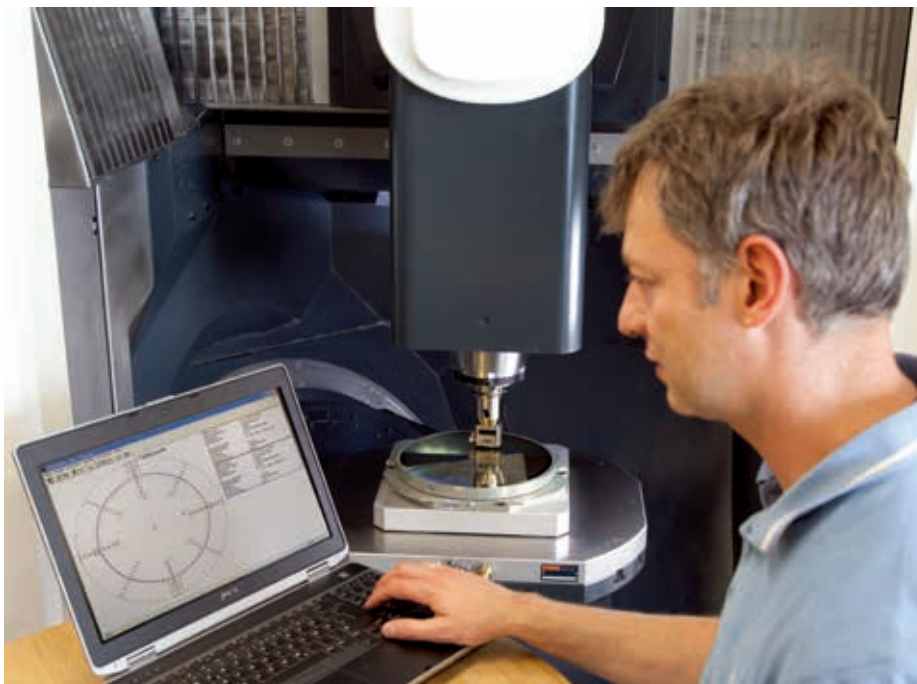
编码器

机床检测和验收测试

机床的加工精度和表面质量等性能主要取决于机床的运动精度。

因此，要高精度地加工，必须测量并根据需要补偿运动偏差。为确定动态和静态偏差，机床检测标准和指令，例如ISO 230-2, ISO 230-3和ISO 230-4和VDI/DGQ 3441, 规定了多种检测方法。

结合使用功能强大的信号处理软件，海德汉的机床检测和验收测量装置可进行重要的机床测量，且安装简单和易于调试。



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。

有关产品所遵循的标准（ISO，EN等）
仅以样本中的标注为准。

目录

简介			
	应用领域		4
	配置		5
测量方法			
	ACCOM数据处理软件		6
	动态采样测量	<ul style="list-style-type: none">• 圆弧插补测试• 自由曲面测试• 步距响应测试	6
	静态测量	<ul style="list-style-type: none">• 定位精度• 导向误差	8
	热飘移的测量		9
检查直线轴的测量设备			
	KGM 281 KGM 282	二维编码器测量 <ul style="list-style-type: none">• 短行程直线运动• 圆弧运动• 自由曲面测试	10
检测旋转轴的测量设备			
	一般信息	一般信息和安装说明	12
	角度编码器	ROD 880、RON 886、RPN 886、RON 905概要	13
附件			
	EIB 74x	外部连接盒	14
	适配电缆		15

简介

应用领域

机床验收测试和检测至少包括机床在空载下几何结构的静态校验和NC数控机床定位精度的校验。偏离名义轮廓的动态偏差和机床进行大加速度运动对最终加工结果的影响很大。因此，必须加工和检测测试件的尺寸精度，才能确定机床的动态性能。

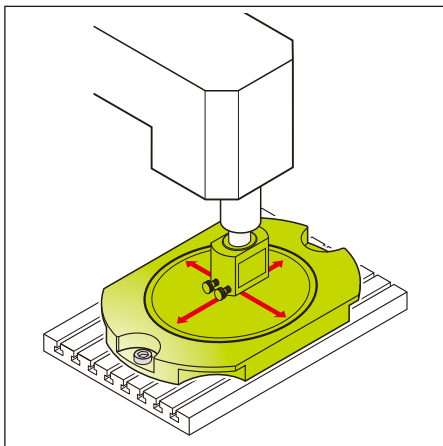
海德汉测量系统可以直接测量**动态和静态**偏差。这种直接检测方法优于只测量加工结果之处是直接检测可分离机床的技术影响和可以区分不同的影响因素。

动态测量—特别是高运动速度时的动态测量，可提供轮廓加工特性，可以确定机床状态和控制环的参数设置情况，而CNC数控系统、驱动系统和位置反馈系统都在控制环中。用这些信息（例如，kv系数，反向尖角）可以优化机床的工作特性。

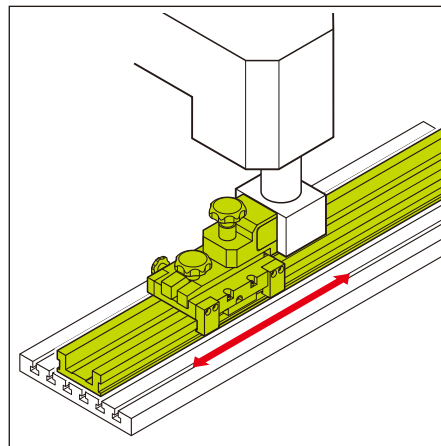
静态测量，例如用比较仪系统测量直线轴和旋转轴的位置误差，确定机床的几何精度和热特性。

机床制造商可根据机床测量结果制定有效措施，提高精度。这些测量还能帮助机床制造商优化影响CNC数控机床精度的控制环参数的调试。

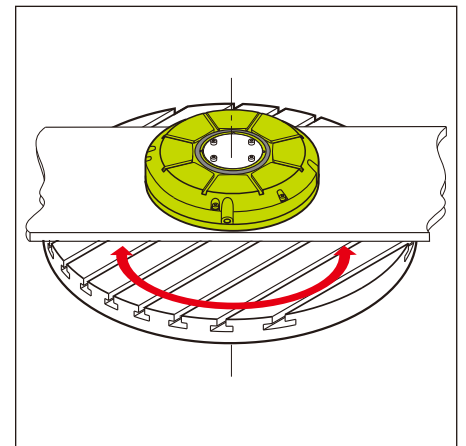
机床用户用这些测量装置可进行机床验收测试和定期检测机床精度。



极小半径的圆弧插补和自由曲面测试可以确定数控系统的动态特性，大半径的圆弧插补测试可以确定机床的几何精度。



可用比较仪系统测量机床直线轴的位置精度和重复精度以及导向误差。



也能确定旋转轴、回转工作台和摆动工作台的位置精度和重复精度。将超高精度角度编码器作为比较仪系统使用。

配置

检测机床的设备通常包括以下部件：

- 检测轴运动的测量装置（KGM或角度编码器）
- EIB 74x外部连接盒
- 运行ACCOM数据处理软件的计算机

检测直线轴的测量系统，KGM 281或KGM 282二维编码器，非接触地和高动态性能地测量实际运动路径。这两款测量装置都能进行高精度的真二维测量。

用角度编码器测量旋转轴。将角度编码器安装在回转工作台上或摆动轴上，并用安装架连接静止的机床部件。

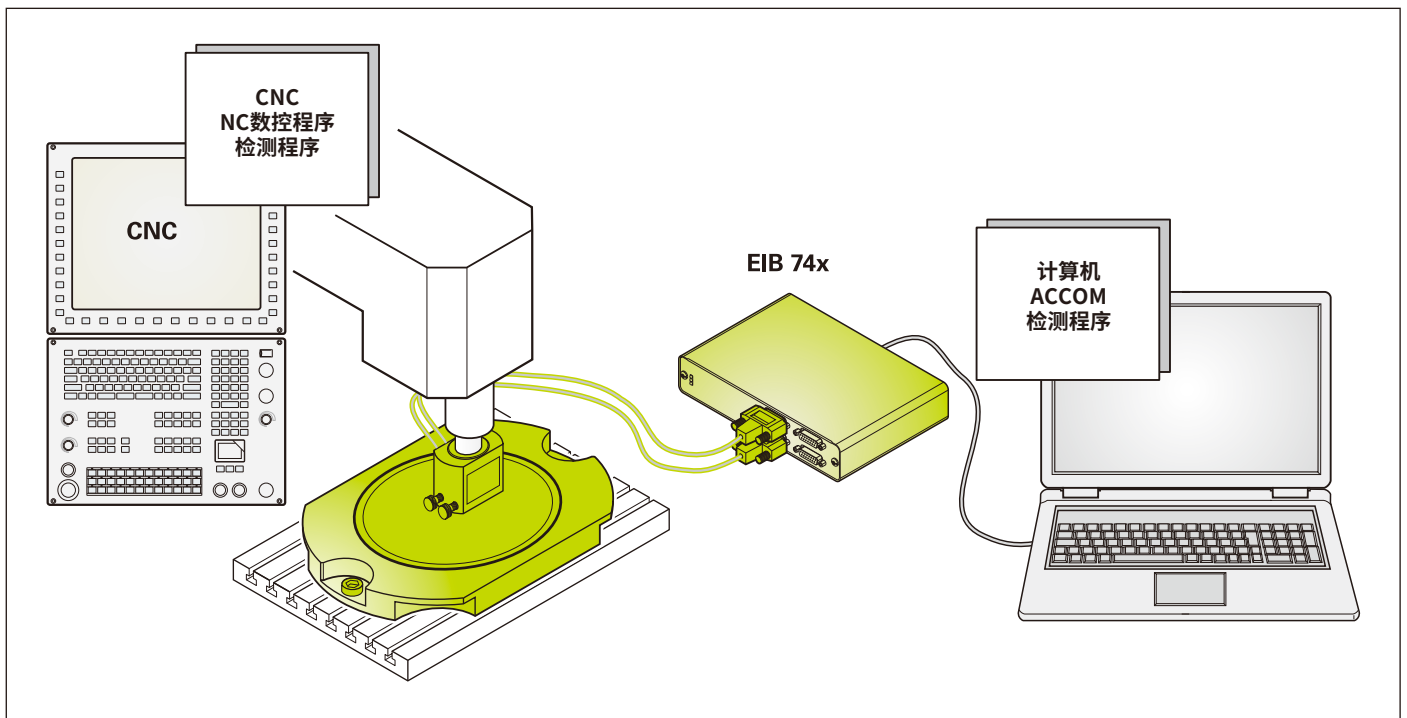
由于检验的测量系统完全独立安装，PC计算机与CNC数控系统间不需要任何通信。因此可以检验任何类型数控系统的机床。ACCOM数据处理软件只用于在CNC数控系统和PC计算机中对相同的行程运动进行编程。

ACCOM可导入NC数控程序，也可将ACCOM创建的NC数控检测程序导出。显著减轻编程工作量，例如，方便和快速地从现有NC数控程序中导入自由曲面轮廓。海德汉Klartext对话式程序可轻松在海德汉TNC数控系统与计算机之间直接交换数据。ACCOM也能导入简化的G代码格式的ISO程序。

ACCOM自动检测检验程序起点，例如离开起点一定距离或角度。

也自动记录满足一定条件的测量点数据（位置窗口，速度窗口）。

测量数据在ACCOM系统中处理，然后用易于理解的格式显示测量结果。由于测量数据用文本格式，因此也可被其它程序读取（例如Matlab, Origin, Excel等）。



测量方法

ACCOM数据处理软件

机床检验和验收检测测量方法有国家和国际标准和法令规定。海德汉**ACCOM数据处理计算机软件**简单易用，可采集测量值并进行数据处理，满足DIN ISO 230 2、ISO 230-3、DIN ISO 230-4和ISO 10791-6

(K2和K3) 标准和3441号VDI/DGQ指令的要求。ACCOM数据处理软件可运行在Windows Vista (32-bit)、7、8和10 (32/64-bit) 的全部计算机上。

动态测量

圆弧插补测试

进行圆弧插补测试时，CNC数控系统在加工面中进行圆弧插补。

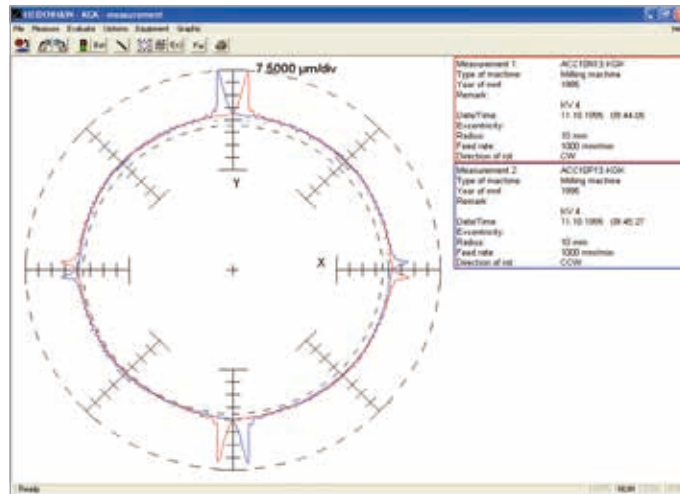
ACCOM数据处理软件比较圆弧路径的二维编码器测量值与理论值（编程值）并将偏差放大显示在PC计算机屏幕中。根据ISO 230-4标准，ACCOM还计算数字值，例如圆度误差、圆形反向间隙和径向误差。

用圆弧插补测试的测量数据可确定误差原因：

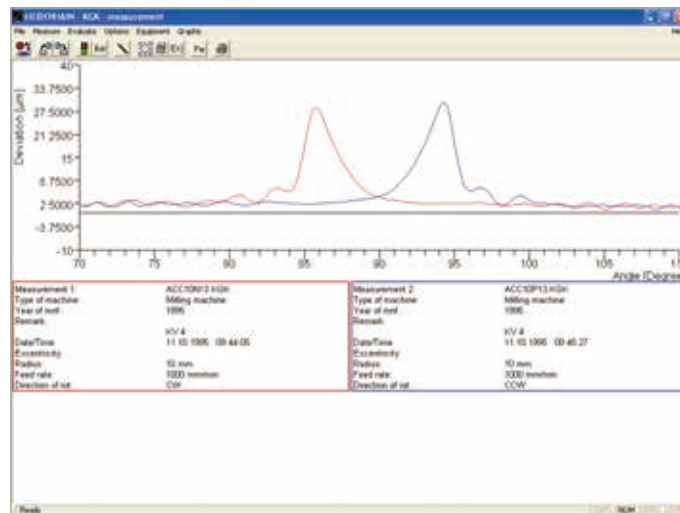
- 机床轴垂直度误差
- 象限过渡时的反向尖角
- 迟滞误差，反向误差
- 数控系统不正确的误差补偿
- 机床部件不规则热膨胀导致的误差
- 机床轴倾斜和悬垂
- 轴调整
- 运动速度的影响
- 加速度的影响

大半径的圆弧插补测试可提供机床几何特性信息。而小半径的圆弧插补测试可提供机床轴在大加速度运动时的控制精度。在小半径时，机床几何对测量结果的影响微不足道。然而，数控系统和驱动系统的影响明显。

用**KGM 281**或**KGM 282**二维编码器可进行圆弧插补测试。



用KGM进行圆弧插补测试的标准图：象限过渡的反向尖角清晰可见，由此可见顺时针与逆时针运动间的不同



此线图为90°位置处反向尖角的局部放大图

自由曲面测试

自由曲面测试中，数控系统在平面中沿任何编程路径运动机床轴。用KGM测量实际运动路径。ACCOM用不同的视图显示误差。评估机床在角点和轮廓过渡位置处的动态性能。根据ISO 10791标准，用K2进给速率和K3两轴插补检测自由曲面路径。

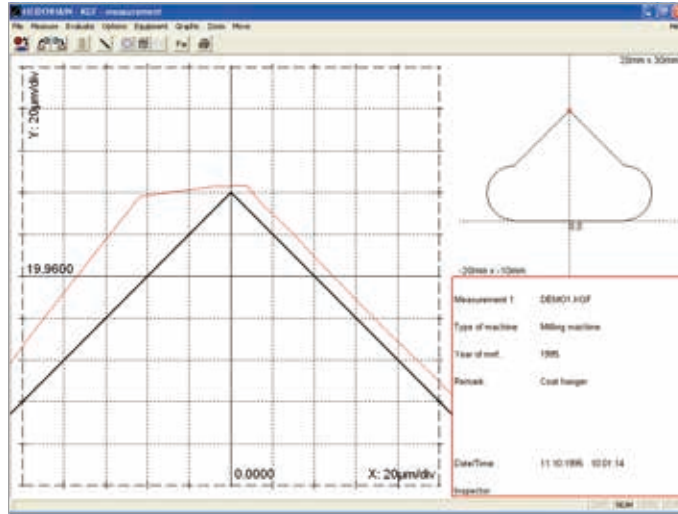
用KGM 281或KGM 282二维编码器进行自由曲面插补测试。

图示的自由曲面上存在多处重要的轮廓过渡位置：

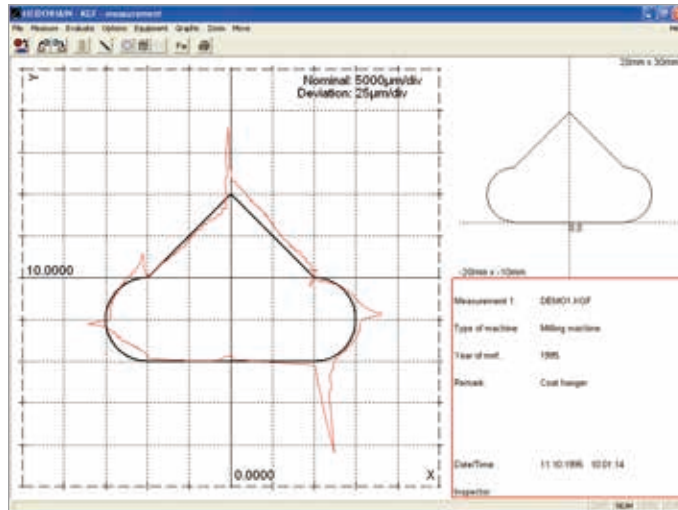
- 线到圆弧平滑过渡
- 圆弧到线平滑过渡
- 线到圆弧突变过渡
- 圆弧到线突变过渡
- 线到线突变过渡

另一个典型自由曲面测试是用KGM检测跟随误差或控制系统或机械系统的影响，例如：

- 两轴垂直度（大型十字交叉）
- 固有振动（约45°角斜线，角点）
- 两轴路径插补（小倾角斜线）



KGM进行的自由曲面测试的标准图和局部放大图：从此处标准图可见圆度误差结果超差。（黑色为名义路径，红色为实际路径）

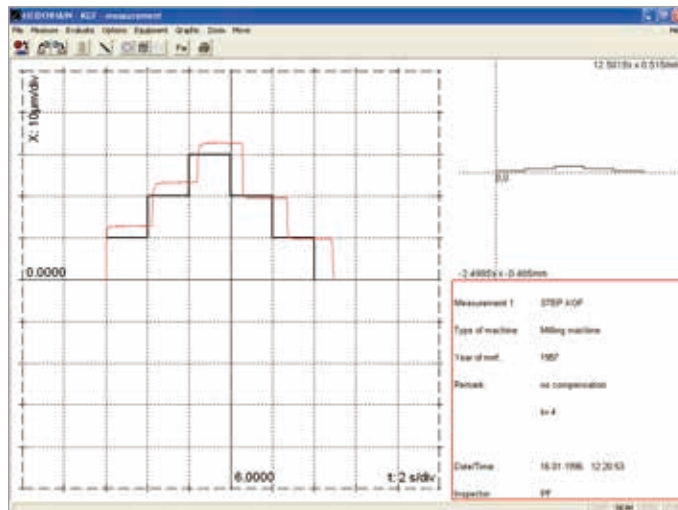


自由曲面测试结果显示误差过大

步距响应测试

步距响应测试用于测量最小可能的定位步距（步距响应功能）和提供有关机床保持静止时对静摩擦及精度影响的信息。这项测试也用于高精度任务，其需要的步距仅0.1 µm至0.01 µm。ACCOM也显示距离与时间 (Xt, Yt) 和速度与时间 (vt) 关系图。

用KGM 281或KGM 282二维编码器进行步距响应测试。



“Xt” 图显示步距响应测试的结果

测量方法

静态测量

机床轴运动到特定位置后，测量机床的定位精度和重复精度。

确定直线轴的静态定位精度

将机床轴运动到指定位置时，用KGM确定机床的定位精度。除定位精度外，KGM还能测量垂直于机床滑座方向的导向误差。

根据相应标准，ACCOM清晰地显示误差。

用KGM 281或KGM 282二维编码器测量运动路径，行程可达230 mm。

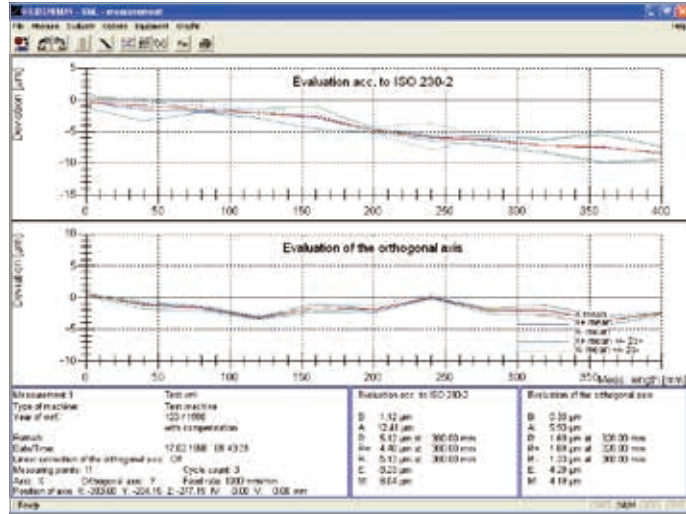
确定旋转轴的静态定位精度

以角度编码器为基准，用角度编码器测量运动达到的角度位置和记录精度的详细图形。

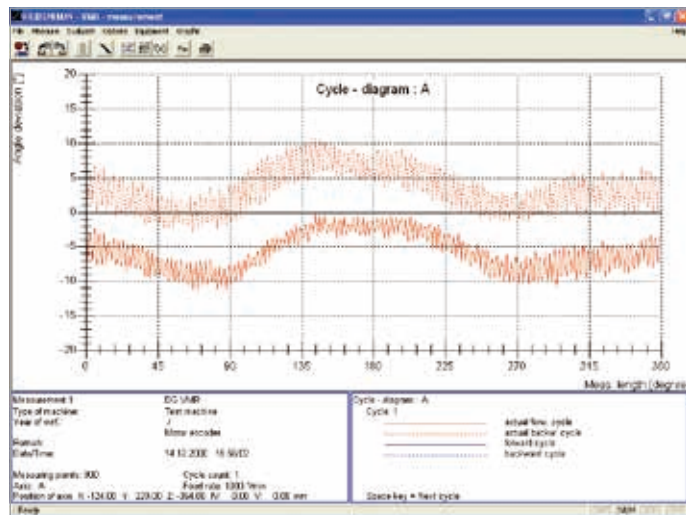
用海德汉高精度的ROD、RON或RPN角度编码器确定旋转编码器的定位精度。

ACCOM处理测量数据和清晰地显示测量结果。

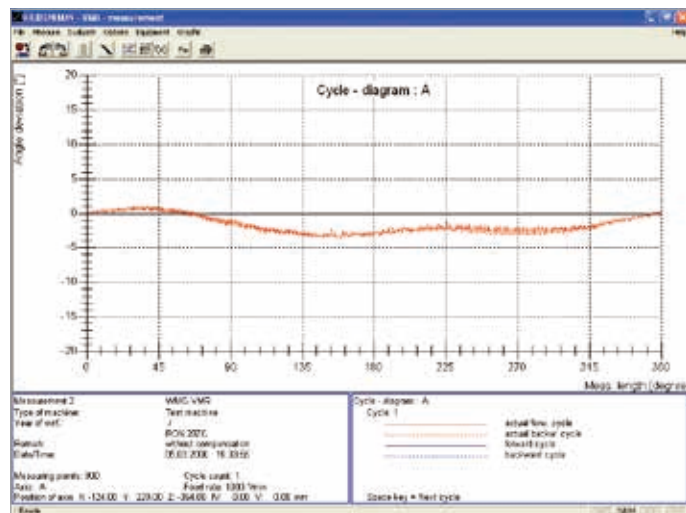
此例为蜗轮传动的回转工作台进行两种高分辨率测量的结果图形。上图为电机中的旋转编码器提供位置反馈信号（半闭环）。从图中可见，回转工作台蜗杆导致的误差（短波的波动）和蜗轮导致的误差（长波的波动）。在位置测量中，用角度编码器测量同一个回转工作台（全闭环），可见误差范围很小。



根据DIN ISO 230-2标准进行的静态定位精度的测量，以及运动方向上的导向误差的测量



蜗轮传动回转工作台的静态定位精度测量，用RON 905和用电机内旋转编码器（半闭环）测量...



...和用角度编码器（全闭环）测量

热飘移的测量

确定进给轴热特性

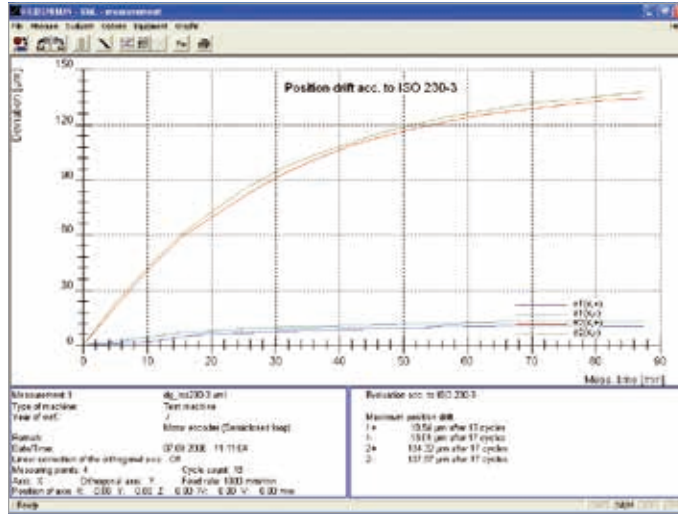
根据ISO 230-3标准，进行定位精度测试时，直线轴的滚珠丝杠或旋转轴的蜗轮产生的摩擦热严重影响进给轴的定位特性。

该标准为热漂移的统一测量提供了建议，可用于车床和铣床的内外热源所造成的热漂移。

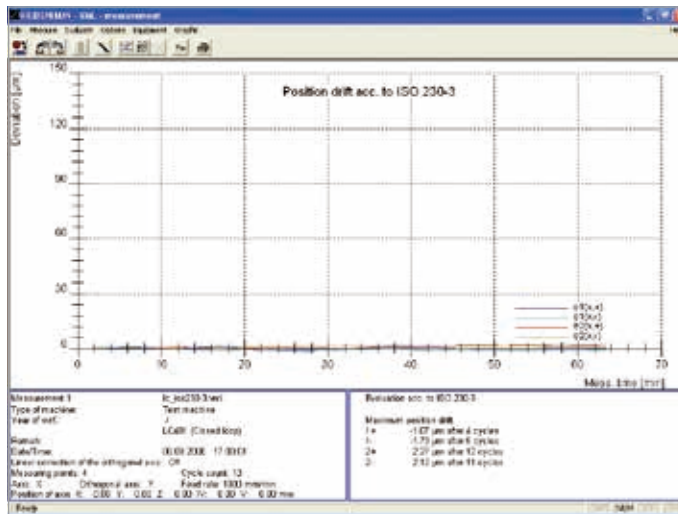
为测试进给轴，该标准建议在尽可能靠近行程端点的两个位置以商定的快移速度一定百分比重复进行定位运动。记录相对初始值的位置变化量。持续进行该测试直到测量结果趋于稳定。

图示为直线轴的两次数测量结果图。上图为使用电机中旋转编码器测量位置，可见滚珠丝杠发热导致的位置误差随时间变化而增大。下图为使用直线光栅尺测量同一直线轴的位置。位置误差与滚珠丝杠发热无关，其原因是直线光栅尺始终测量轴滑座的实际位置。

用KGM 281或KGM 282二维编码器测量直线轴的热特性。用ROD、RON或RPN角度编码器测量旋转轴。



根据ISO 230-3标准，确定直线轴的热特性，用电机内旋转编码器测量和提供提供反馈信号（“半闭环”）...



...和用角度编码器（全闭环）测量

更多信息：

有关这方面的更多信息，参见以下技术信息文档：

- 进给轴精度
- 直线光栅尺提高加工精度

检查直线轴的测量设备

KGM 281和KGM 282二维编码器

KGM二维编码器由读数头和二维栅盘组成，栅盘是晶片式的光栅，嵌入在安装座中。栅盘与安装座之间机械隔离，因此，安装的张力不影响测量精度。测量期间，读数头在栅盘上非接触运动。KGM编码器检测平面中的任何运动并分别输出两轴的测量值。

应用领域

KGM编码器可动态测试数控机床的轮廓精度。例如，进行**圆弧插补测试**，半径可从115 mm到0.1 mm，进给速率可达72 m/min。特别是在使用极小半径检测时，机床几何特性对测量结果没有影响。

非接触扫描也能检测两轴任何轮廓的**自由曲面**。

测量系统设置

为进行设置，将基座固定在工件夹具上（例如工作台）并与轴找正。将读数头安装在刀柄中（例如，加工中心的主轴），使其不能转动并大致与轴找正。

在提供的产品中包括一个调整盘，用其可轻松将扫描间隙调整至 $0.5 \text{ mm} \pm 0.05 \text{ mm}$ 。然后，用读数头的固定螺丝进行精细调整。也能优化测量信号，在ACCOM数据处理软件上显示测量信号。

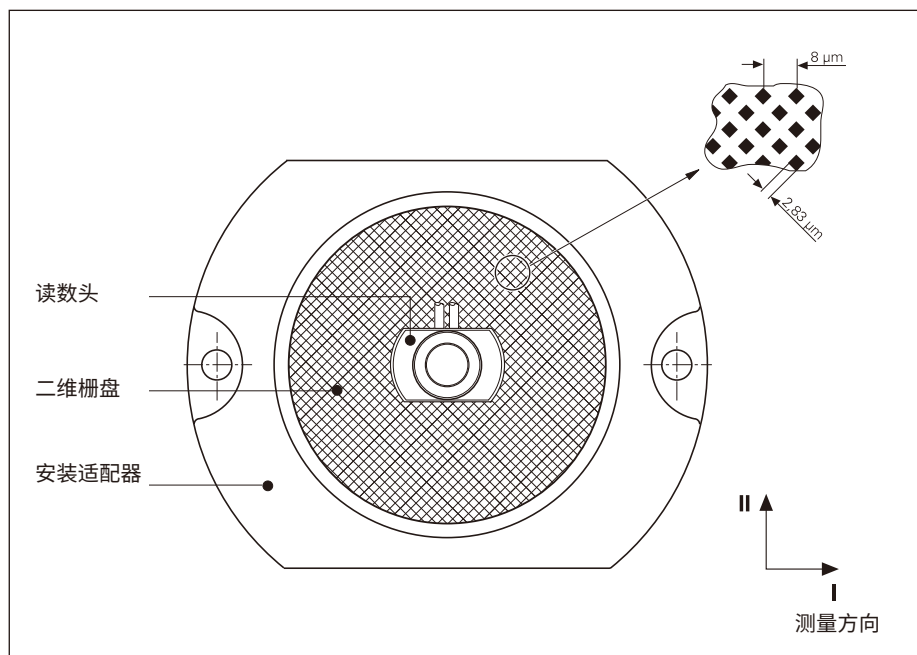
提供的零部件包括：

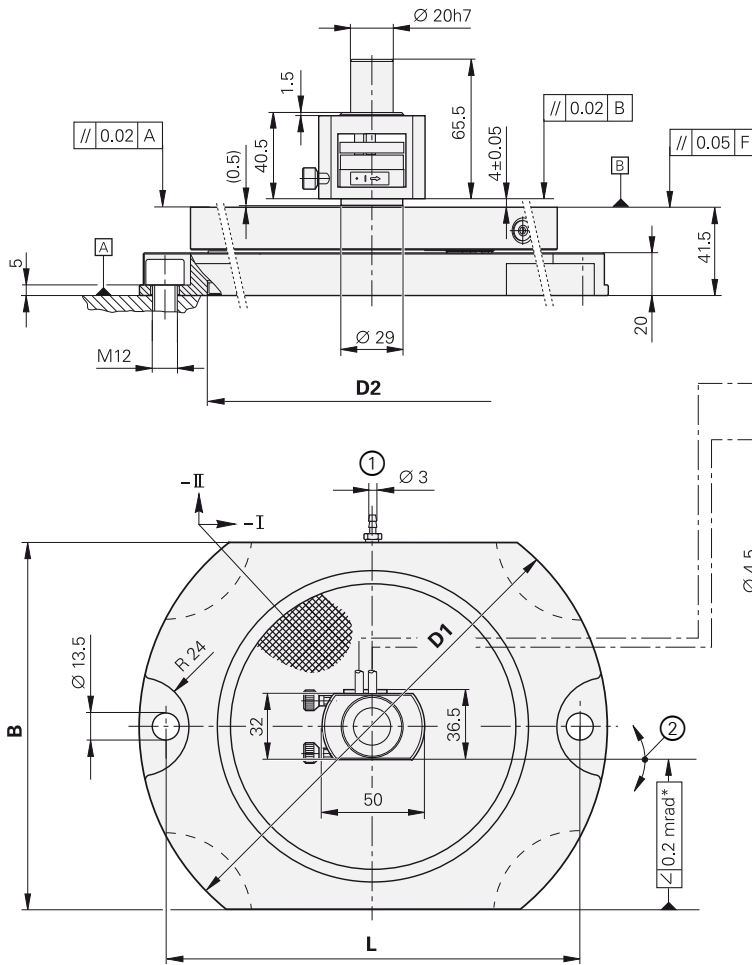
- KGM 281或KGM 282
- 可将读数头安装在90°角位置的适配器（例如，20 mm的配合直径 \varnothing ）
- XZ/YZ平面的安装套件（仅适用于KGM 281）

附件：

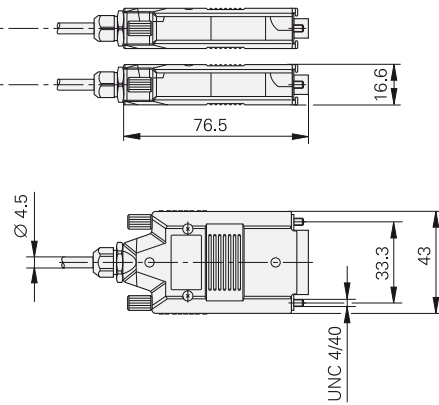
- EIB 74x外部连接盒
- ACCOM数据处理软件
- KGM与EIB 74x间的两条适配电缆
- 在XZ/YZ平面上安装KGM 282的安装套件

	KGM 281	KGM 282
测量基准 线性膨胀系数	两坐标TITANID相位光栅 $\alpha_{\text{therm}} \approx 8 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$	
精度等级	$\pm 1 \mu\text{m}$	
测量范围	$\varnothing 140 \text{ mm}$	$\varnothing 230 \text{ mm}$
增量信号	$\sim 1 \text{ V}_{\text{PP}}$	
信号周期	4 μm ，测量方向I和II	
测量步距	$\geq 0.001 \mu\text{m}$ （用EIB 74x）	
供电电压	5 V $\pm 0.25 \text{ V}$ / < 100 mA（每轴）	
读数头安装	$\varnothing 20\text{h7}$	
运动速度	$\leq 72 \text{ m/min}$	
重量	二维栅盘 读数头	$\approx 2.3 \text{ kg}$ $\approx 0.6 \text{ kg}$
		$\approx 4.9 \text{ kg}$ $\approx 0.6 \text{ kg}$





	KGM 281	KGM 282
L	204	304
B	180	280
D1	Ø 228	Ø 328
D2	Ø 170	Ø 262



mm

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

I, II = 测量方向
 F = 机床导轨
 * = 工作期间的最大变化
 1 = 真空连接的软管接头 (固定在平面/石板上)
 2 = 安装时调整

旋转轴的测量

一般信息

海德汉角度编码器是测量旋转轴的高精度基准编码器。可在任何位置进行测量。由于不限制位置，例如每360°只能测量12个位置，海德汉角度编码器可测量小行程位置误差。

此外，角度编码器允许回转工作台在测量点间高速运动（基于ISO 230-3标准）。

应用领域

旋转轴（回转或摆动工作台，摆动铣头）的位置误差通常决定机床的整体精度。

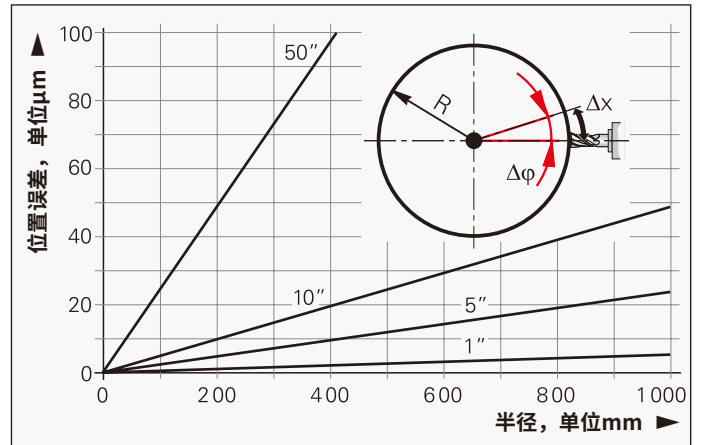
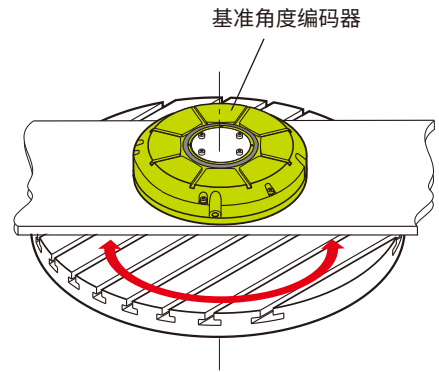
大多数情况下，这时的旋转和摆动轴不参与机床轴的联动。例如，根据ISO 230-2，对于分度轴，定位精度是决定性因素。此外，根据ISO 230-3，联动轴的数量越多，动态性能和热特性越重要。

测量系统设置

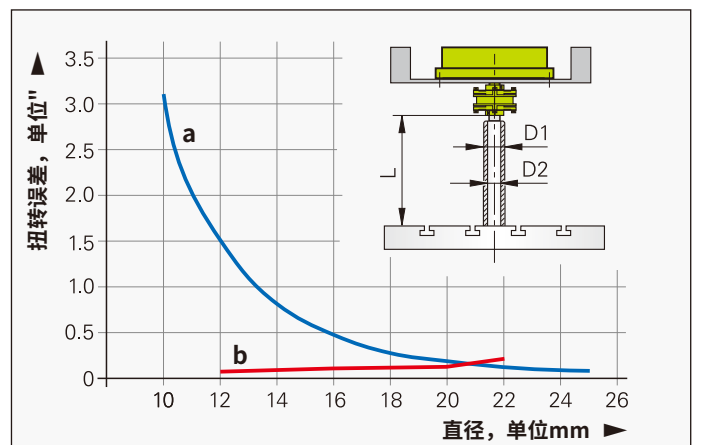
由于机床上旋转轴的配置多种多样（旋转轴和摆动轴，不同的回转工作台直径等），客户必须自己安装基准角度编码器。

必须确保基准编码器的定子与转子间的刚性连接。为使基准编码器运动，需要一定大小的扭矩，如果连接不牢，将影响测量精度。

如图所示，位于基准编码器轴与测量系统静止件之间的连接件发生扭转，连接件的长度为L和直径为D。连接件为实心轴还是空心轴不重要。



加工位置距回转工作台中心的距离R在回转工作台不同角度误差 $\Delta\phi$ 位置处对定位精度 Δx 的影响



连接ROD 880的连接件扭转误差，长度100 mm，连接件为
a) 不同直径D1的实心轴
b) 外径D1 = 25 mm和不同内径D2的空心轴

旋转轴测量的角度编码器

根据精度和机械结构要求，以下角度编码器特别适用于旋转轴测量。这些角度编码器内置轴承，但与轴的连接方式不同：

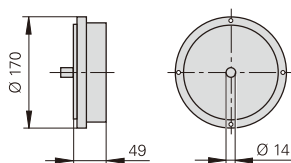
ROD 880的轴用独立联轴器连接被测轴。有关相应联轴器的详细说明，例如K01膜片式联轴器或K16和K17扁平联轴器，参见**内置轴承角度编码器**样本。

RON 886和RPN 886编码器带定子联轴器。被测轴直接连接空心轴。

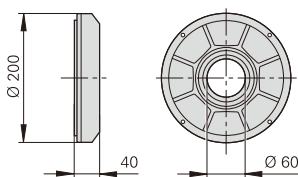
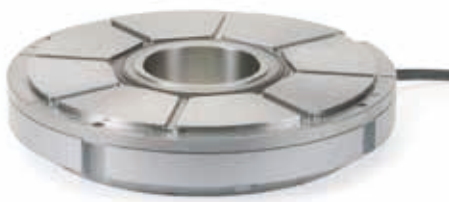
RON 905也有定子联轴器。被测轴直接连接盲孔轴。

	ROD 880	RON 886	RPN 886	RON 905
系统精度	±1"			± 0.4"
增量信号	~ 1 V _{PP}			~ 11 μA _{PP}
线数	36 000		90 000 (≅ 180 000个信号周期)	36 000
测量步距 用EIB 74x	0.000005°		0.000005°	0.000005°
轴	实心轴D = 14 mm	空心轴D= 60 mm		盲孔空心轴
启动扭矩	≤ 0.012 Nm, 20 °C时	≤ 0.5 Nm, 20 °C时		≤ 0.005 Nm, 20 °C时
轴负载 轴向 径向	30 Nm 30 N, 轴端位置	-		-
重量	≈ 2.0 kg	≈ 2.5 kg		≈ 4.0 kg

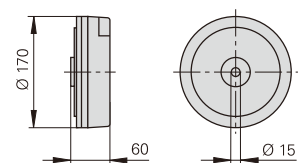
ROD 880



RON 886/RPN 886



RON 905



 更多信息：

样本：内置轴承角度编码器

附件

EIB系列外部连接盒

EIB 700系列产品使外部连接盒，用于高精度的位置测量。外部连接盒供检测站和多点测量装置及便携式数据采集使用，例如机床检测和校准。

EIB 700系列产品是需要高分辨率编码器信号和高速采集数据应用的理想选择。其以太网传输功能还能通过交换机或集线器连接多个EIB。例如，也能进行无线LAN传输。

EIB 700系列外部连接盒可连接多达四个海德汉编码器，信号可为增量式正弦信号（ $\sim 1 V_{PP}$ ，如果需要 $\sim 11 \mu A_{PP}$ ，可按要求提供）或EnDat接口信号（EnDat 2.1和EnDat 2.2）。

EIB 700系列外部连接盒可将增量信号的信号周期细分达4096倍，将信号细分后生成测量值。正弦增量信号在自动调整后，减小单信号周期内偏差。

EIB 700系列产品内置的测量值存储器通常为每一个轴保存250 000个测量值。用内部和外部触发器进行特定轴测量值的保存。

用标准以太网接口和TCP/IP或UDP通信功能输出数据，可直接连接计算机、笔记本电脑或工业计算机。由操作模式选择测量值传输类型（单个值，逐数据块传输或根据软请求传输）。

提供的零部件包括：

- EIB 74x
- 驱动软件
- 程序示例
- EIB应用软件

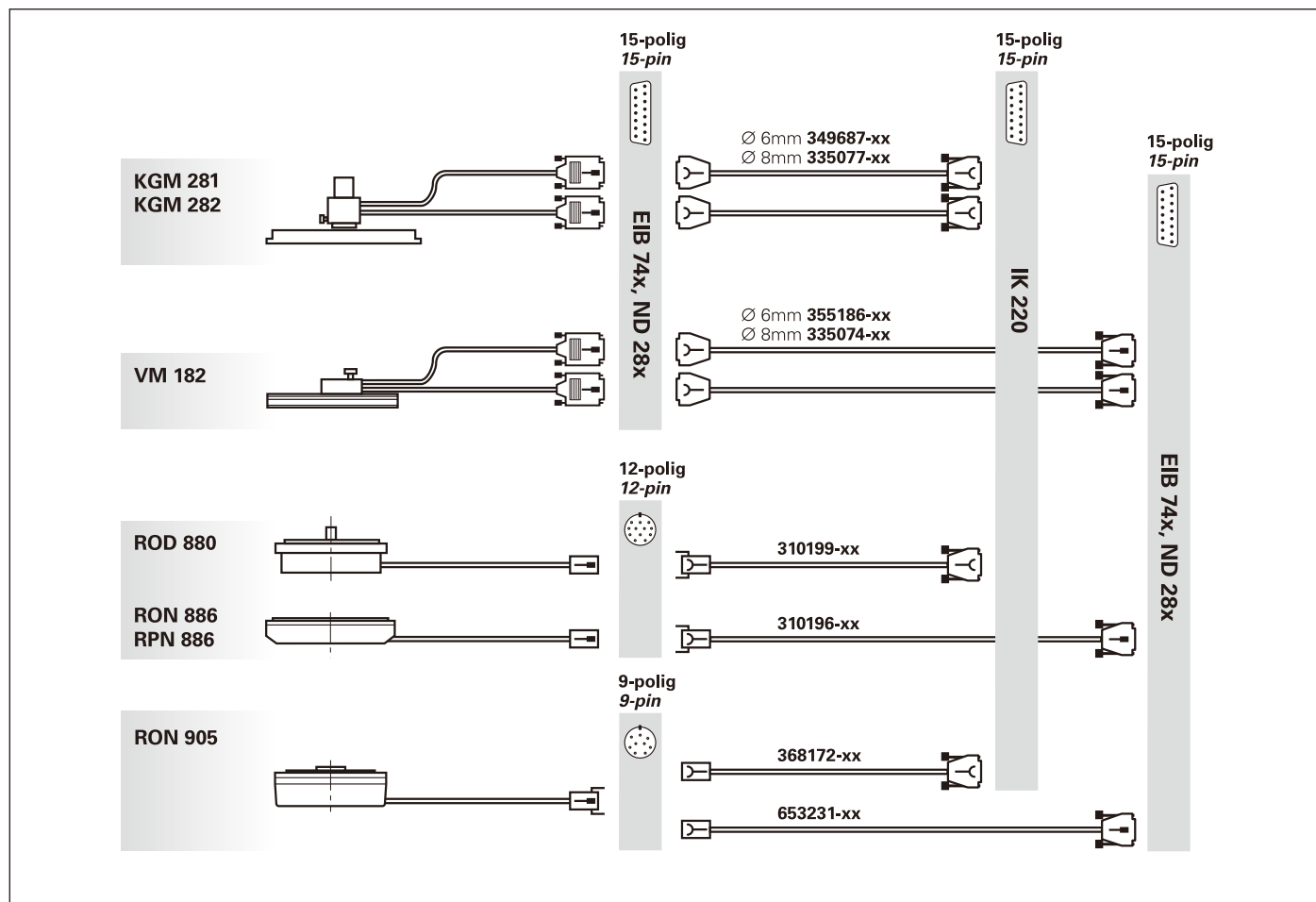


	EIB 741 EIB 742		
编码器输入	15针D-sub接头（孔式，X11至X14），可连接4个编码器		
输入信号（开关式）	$\sim 1 V_{PP}$ （如果需要 $\sim 11 \mu A_{PP}$ ， 可按要求提供）	EnDat 2.1	EnDat 2.2
输入频率	≤ 500 kHz	-	-
细分倍数	4096倍	-	-
电缆长度	≤ 150 m	≤ 150 m	≤ 100 m
测量值的数据寄存器	48 bit（只用44 bit）		
间歇计数器	来自轴1（仅限1 V _{PP} ） 细分系数的设置范围为1倍至100倍 可用作触发源或附加计数轴		
测量值存储器	每通道通常为250 000个位置值		
软件	<ul style="list-style-type: none"> • Windows、Linux和LabView的软件驱动程序 • 程序示例 • EIB应用软件 		
数据接口	以太网，IEEE 802.3标准（最高1 Gbit）		
尺寸	约213 mm x 152 mm x 42 mm		
供电电压	EIB 741: 100 V至240 V AC EIB 742: DC 24 V		

注意：
更新固件可增强该特性。

适配电缆

编码器连接EIB 74x后续电子电路的连接电缆为辅件。不允许超过10 m的最大电缆长度。



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

上海分公司

地址：上海市长宁区淞虹路 207 号明基商务广场 B 栋 1 楼 01-04 单元

邮编：200335

电话：021-23570988

传真：010-80420191 021-23570989

Email: shanghai@heidenhain.com.cn

深圳办事处

地址：深圳市福田区华富路 1018 号
中航中心 13 楼 01-03 单元

邮编：518031

电话：0755-33223861

传真：010-80420187

Email: shenzhen@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：010-80420185

Email: chengdu@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 2102 室

邮编：430071

电话：027-59826948

传真：010-80420197

Email: wuhan@heidenhain.com.cn

西安办事处

地址：陕西省西安市翠华路与雁南五路交汇处曲江环球中心
7 层 A10706 号单元

邮编：710061

电话：029-87882030

传真：010-80420192

Email: xian@heidenhain.com.cn

沈阳办事处

地址：辽宁省沈阳市沈河区惠工街 10 号
卓越大厦 2904 室

邮编：110013

电话：024-22812890

传真：010-80420193 024-22812892

Email: shenyang@heidenhain.com.cn

公司网址：www.heidenhain.com.cn



208871-ZA·10·03/2022·H·中国印刷·样本信息如有更新，恕不另行通知，所有技术参数均以订货合同为准。



欢迎关注海德汉官方微信