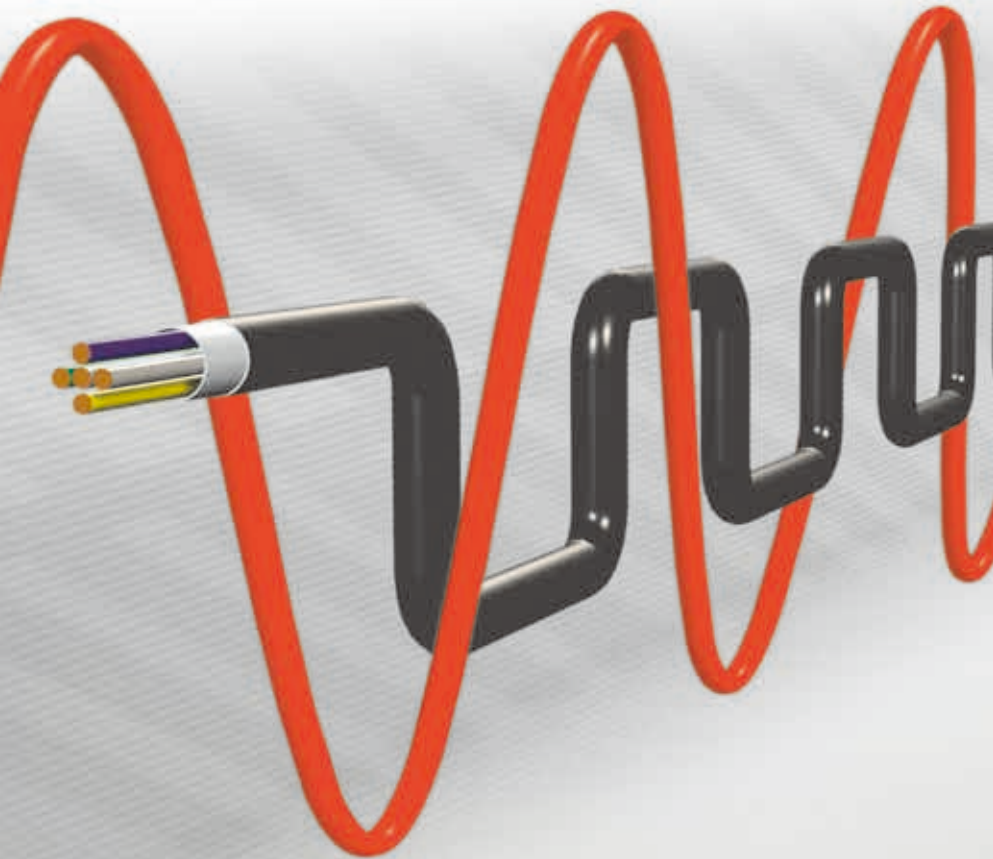




HEIDENHAIN



接口
海德汉编码器

接口

接口位于编码器与后续电子电路之间，用于确保信息的可靠交换。

海德汉提供可连接许多通用后续电子电路接口的编码器。在每一种应用中，可用接口主要由编码器的测量方法等因素决定。

测量方法

对于**增量式测量**，通过**计算**自某个起始点开始的每一个增量值（步距数）得到位置信息。要确定位置，需要用绝对参考点，因此需要输出参考点信号。通常，增量式编码器输出**增量信号**。部分带接口电子电路的增量式编码器有计数功能：一旦完成参考点回零，立即生成绝对位置值并通过串行接口输出。

注意：

特殊编码器可能还有其它接口特性（例如屏蔽功能）。

对于**绝对式测量**，直接由**测量基准的光栅**确定绝对位置信息。一旦开启电源，绝对式编码器立即提供位置值和后续电子电路随时可读取位置值。

绝对式编码器输出**位置值**。部分接口也提供增量信号。

由于绝对式编码器不需要执行参考点回零，在串联式生产系统、传送线或多轴机床应用中具有突出的优点。而且，也抗电磁干扰能力较强。

接口电子电路

海德汉公司的接口电子电路将编码器信号调整为可连接后续电子电路接口的信号。用于后续电子电路不能直接处理海德汉编码器的输出信号或另外需要细分信号时。



更多信息：

- 接口电子电路产品概要
- 电缆和接头样本

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

位置值					
串口	EnDat	双向接口	带增量信号	4	
			不带增量信号		
	西门子	专有接口	不带增量信号	7	
			发那科		不带增量信号
			三菱		不带增量信号
			松下		不带增量信号
			安川		不带增量信号
	PROFIBUS DP	现场总线	不带增量信号	8	
	PROFINET IO	基于以太网的现场总线	不带增量信号	10	
	SSI	同步串口	带增量信号	12	
增量信号					
正弦信号	1 V _{pp}	电压信号，可高倍细分	14		
	11 μA _{pp}	电流信号，可细分	17		
方波信号	TTL	RS-422，典型值5 V	18		
	HTL	典型电压10 V至30 V	21		
	HTL	典型电压10 V至30 V，无反相信号			
其它信号					
换向信号	条块换向		23		
		正弦换向信号	24		
限位/回零	自带限位开关		25		
		位置检测	26		
更多信息					
	接口电子电路		28		
	诊断和测试设备		30		
	一般电气信息		34		

EnDat 2.2 双向接口

EnDat接口是一种用于编码器数字式的全双向同步串行接口。它被用于传输位置值，读取和更新保存在编码器中的信息，或在编码器中保存新信息。由于该接口采用串行传输方式，仅需四条信号线。用后续电子电路的时钟信号保持数据同步传输。传输数据的类型（位置值，参数，诊断信息等）也由后续电子电路发至编码器的模式指令选择。部分功能仅用于与EnDat 2.2模式指令一起使用。

历史和兼容性

EnDat 2.1接口诞生于1990年代中期，现已升级到EnDat 2.2版（建议在新应用中选用）。EnDat 2.2的通信、指令集和时间条件兼容EnDat 2.1版，但提供更明显的优势。例如，EnDat 2.2允许随位置值一起传输附加数据（传感器，诊断信息等），无需单独请求发送。因此，这种接口支持更多类型的编码器（例如电池后备供电的编码器，增量式编码器）。该接口协议也进行了扩展，进一步优化时间条件（时钟频率、计算时间、恢复时间）。

支持的编码器类型

现在支持以下EnDat 2.2接口的编码器类型（可读取编码器的存储区）：

- 增量式直线光栅尺
- 绝对式直线光栅尺
- 增量式、单圈旋转编码器
- 绝对式、单圈旋转编码器
- 多圈旋转编码器
- 带后备电池的多圈旋转编码器

对于不同编码器类型，必须用不同的方式解读部分参数（参见EnDat技术参数），或必须处理EnDat附加信息（例如增量式编码器或带后备电池供电的编码器）。

接口	EnDat串行双向
传输的数据	位置值，参数和附加数据
数据输入	差分线路接收器，符合EIA RS 485标准有关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 RS 485标准有关DATA和 $\overline{\text{DATA}}$ 信号要求
位置值	沿箭头方向运动为增加（参见编码器的相应规格）
增量信号	取决于编码器 $\sim 1V_{pp}$, TTL, HTL（参见相应增量信号）

订购标识

订购标识决定核心技术参数并提供以下信息：

- 典型供电电压范围
- 指令集
- 是否有增量信号
- 最高时钟频率

订购标识中的第二位代表接口版本。对于当前接口版本的编码器，可从编码器存储区中读取订购标识。

增量信号

部分编码器也提供增量信号。这些信号主要用于提高位置值分辨率或用于第二个后续电子电路系统。当前接口版本的编码器的内部分辨率较高，因此不需要提供增量信号。订购标识提供编码器是否输出增量信号：

- EnDat01 带 $1V_{pp}$ 增量信号
- EnDatT 带HTL增量信号
- EnDatT 带TTL增量信号
- EnDat21 无增量信号
- EnDat02 带 $1V_{pp}$ 增量信号
- EnDat22 无增量信号

有关EnDat01/02的说明：
信号周期保存在编码器存储器中

有关EnDatH/EnDatT的说明：
输出内部增量信号的细分倍数在订购标识中由一个字母表示：

- a 2倍细分
- b 无细分
- c 0.5倍细分（增量式信号/2）

供电电压

编码器的典型供电电压取决于接口：

EnDat01 EnDat21	5 V \pm 0.25 V
EnDat02 EnDat22	3.6 V至5.25 V或14 V
EnDatH	10 V至30 V
EnDatT	4.75 V至30 V

例外情况，参见技术参数。

指令集

指令集提供有关可用模式指令的信息，模式指令决定编码器与后续电子电路间的信息交换。EnDat 2.2指令集包括全部EnDat 2.1的模式指令。此外，EnDat 2.2还提供更多模式指令，甚至在闭环控制环中可用其选择附加数据，激活存储器访问。将EnDat 2.2指令集的模式指令发给只支持EnDat 2.1指令集的编码器时，将触发出错信息。在编码器的存储区中，标识所支持的特定指令集：

- EnDat01/21/H/T 指令集2.1或2.2
- EnDat02/22 指令集2.2

时钟频率

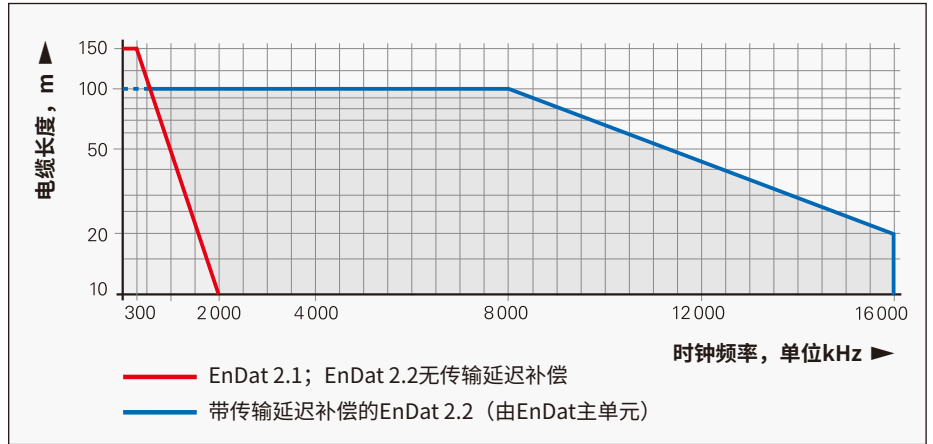
根据电缆长度（最长150 m），时钟频率在100 kHz与2 MHz之间。如果在后续电子电路中进行传输延迟补偿，可将时钟频率提高到16 MHz或电缆长度可达100 m。对于订购标识为EnDatx2的EnDat编码器，最高时钟频率保存在编码器的存储器中。对于所有其它编码器，最大时钟频率为2 MHz。传输延迟补偿只适用于EnDat21和EnDat22的订购标识，对于EnDat02，参见下面的说明。

EnDat01 EnDatT EnDatH	≤ 2 MHz（参见图中“无传输延迟补偿”）
EnDat21	≤ 2 MHz
EnDat02	≤ 2 MHz或 ≤ 8 MHz或16 MHz （参见说明）
EnDat22	≤ 8 MHz或者16 MHz

在使用较长电缆时，高达16 MHz的传输频率对电缆的技术要求很高。由于传输技术的原因，直接连接编码器的适配电缆的长度不允许超过20 m。可用不超过6 m的适配电缆和加长电缆组成更长电缆。通常，需要基于相应时钟频率设计整个传输路径。

有关EnDat02的说明

EnDat02编码器可能带一个可插式电缆组件。选择适配电缆版本时，由客户决定编码器是否使用增量信号。这也影响最高允许的时钟频率。对于有增量信号的适配电缆，时钟频率限制在最高不超过2 MHz范围内；参见EnDat01。对于无增量信号的适配电缆，时钟频率可达16 MHz。其具体数据保存在编码器的存储区中。



咨询海德汉公司后，在部分条件下，电缆长度可达300 m。

位置值

位置值的传输可带也可不带附加数据。一旦达到 t_{cal} 计算时间后，立即将位置值传输给后续电子电路。计算时间由编码器的最高允许时钟频率决定，但不超过8 MHz。

对于位置值，只传输需要的位数。因此，位数取决于相应编码器并可从编码器中读取，自动进行参数化。

典型操作模式

操作模式EnDat 2.1: 该操作模式用于可提供附加增量信号的编码器。为生成位置值，同时读取绝对位置与增量位置，都用于计算位置值。基于增量信号，在控制环中再次生成位置值。只能用EnDat 2.1模式指令。

操作模式EnDat 2.2: 该操作模式只用于纯串行编码器。为生成位置值，编码器在每一个控制周期中都读取位置值。EnDat 2.2模式指令主要用于读取位置值。EnDat 2.1模式指令主要用于在开机后读取和写入参数。

在闭环控制环中，EnDat 2.2接口允许与位置值一起读取附加数据，可执行一定功能（例如读/写参数，重置出错信息）。

附加数据

根据传输类型（用MRS码选择），随位置值传输一项或两项附加数据。相应编码器支持的附加数据类型保存在编码器的参数中。

附加数据包括：

状态信息，地址和数据

- WRN – 警告
- RM – 参考点
- Busy – 参数请求

附加数据1

- 诊断
- 位置值2
- 存储参数
- MRS码确认
- 测试值
- 温度
- 附加传感器

附加数据2

- 换向信号
- 加速度
- 限位信号
- 异步位置值
- 工作状态错误源
- 时间戳

存储区

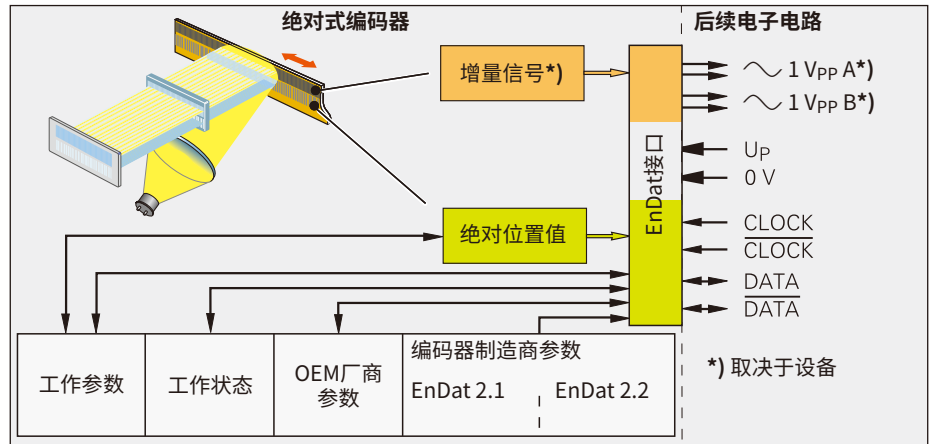
编码器提供多个用于保存参数的存储区。后续电子设备可以读取这些存储区，编码器制造商、OEM厂商甚至最终用户可写入其中部分存储区。参数数据保存在永久存储区中。该存储区只允许有限次地进行写操作，不适用于周期性地保存数据。可将部分存储区设置为写保护（只允许编码器制造商重置）。

参数保存在多个存储区中，例如：

- 编码器专有信息
- OEM信息（例如电机的“电子ID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**用于详细检测编码器。包括：

- 出错信息
- 警示
- 基于评估数据的在线诊断（EnDat 2.2）
- 安装接口



功能安全特性基础

EnDat 2.2允许将编码器用在高安全性的应用中。为此，基于以下标准：
DIN EN ISO 13849-1（原为EN 954-1），以及EN 61508和EN 61800-5-2。根据这些标准，以一定条件评估高安全性系统，例如已安装部件和子系统的失效概率。这是模块式方法，制造商可用合格的子系统搭建完整的高安全性系统。



更多信息：

参见“功能安全特性”，www.endat.de

后续电子电路的输入电路

规格

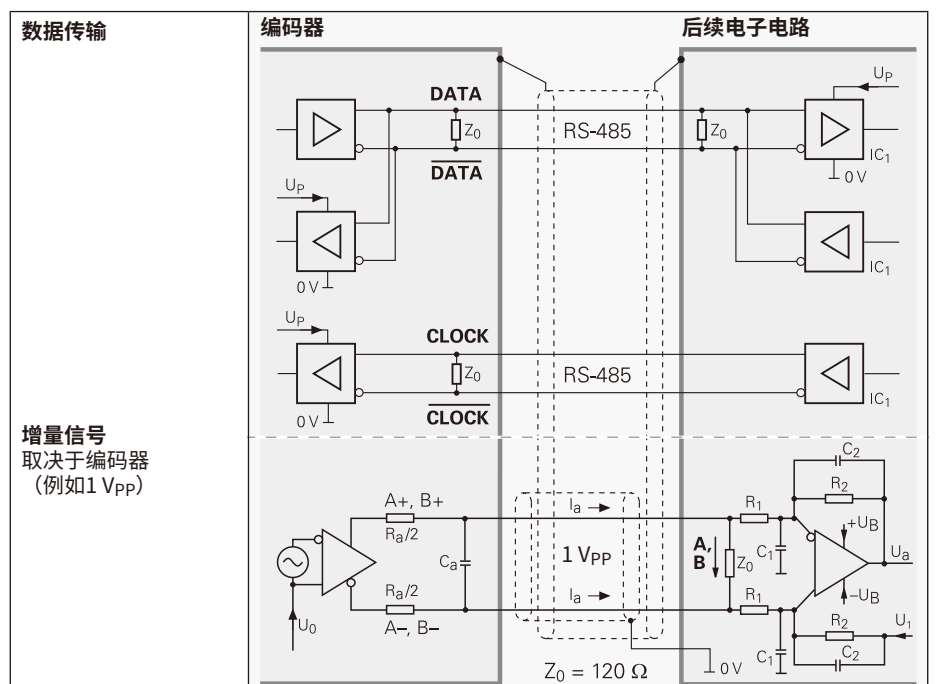
IC₁ = RS-485差分线路接收器和驱动器

Z₀ = 120 Ω



更多信息：

问与答：RS-485收发器，www.endat.de



专有串行接口

数控系统制造商 ¹⁾	接口	样本中的标识	订购标识	代码字母 ²⁾	注释
西门子	西门子DRIVE-CLiQ	DRIVE-CLiQ	DQ01	S	
发那科	发那科串行接口 α	Fanuc α	Fanuc02	F	常速和高速版，两对传输线
	发那科串行接口 αi	Fanuc αi	Fanuc05		高速，单对传输线，包括 α 接口 (常速和高速，双对传输线)
			Fanuc06		高速，单对传输线
三菱	三菱高速接口	三菱	Mitsu01 Mit02-4 Mit02-2 Mit03-4 Mit03-2	M	双对传输线 1代，双对传输线 1代，单对传输线 2代，双对传输线 2代，单对传输线
安川	安川串行接口	安川	YEC02	Y	-
			YEC07		兼容YEC02
松下	松下串行接口	松下	Pana01	P	-
			Pana02		兼容Pana01

¹⁾ 有关编码器与数控系统的更多组合信息，请联系数控系统制造商

²⁾ 代码字母是海德汉编码器型号后的附加字母，例如“LC 495 S”。

位置值

PROFIBUS-DP串行接口



PROFIBUS DP

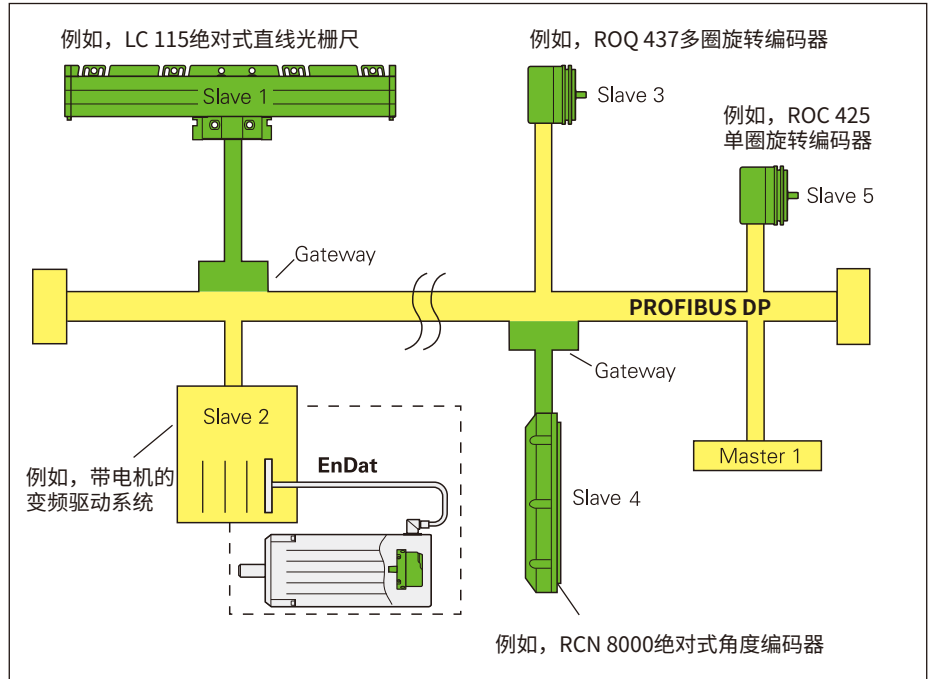
PROFIBUS是一种非专有、开放的现场总线，符合EN 50170国际标准要求。通过现场总线系统连接传感器可以最大限度地降低电缆连接成本和减少编码器与后续电子电路间的连线数量。

拓扑结构和总线分配

PROFIBUS DP总线采用线性拓扑结构。传输速度可达12 Mbit/s。支持单主单元和多主单元系统。每个主单元只服务于自己的从单元（查询方式）。从单元周期性地被主单元查询。从单元可以是传感器，例如绝对式旋转编码器或直线光栅尺，也可以是控制装置，例如变频驱动电机。

物理层特性

PROFIBUS DP总线的电气特性符合RS-485标准要求。用屏蔽的双绞线电缆连接总线，其两端为有源总线端子。



PROFIBUS DP总线拓扑

调试

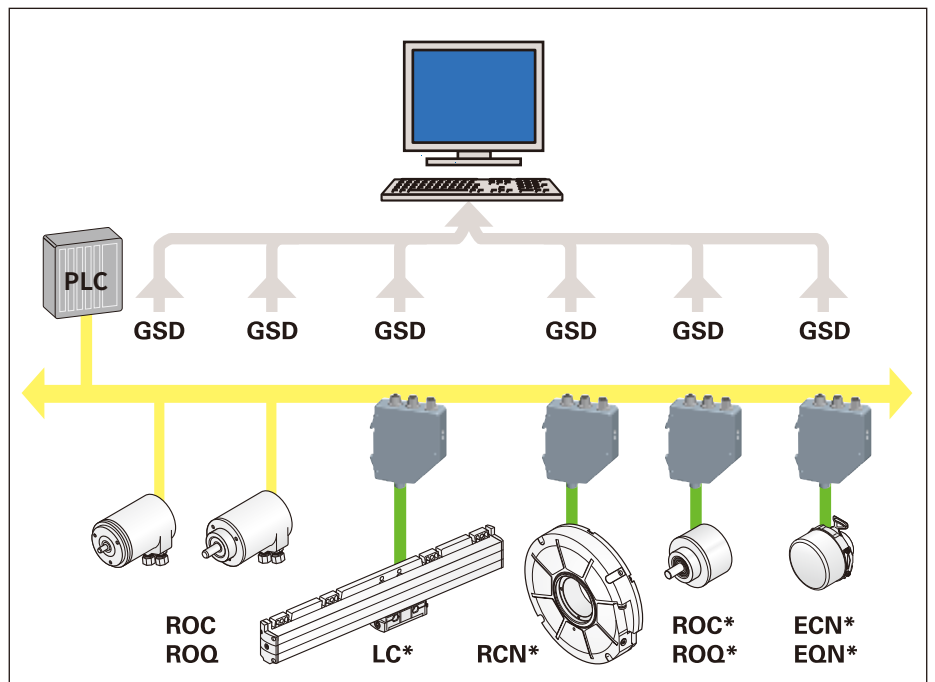
在系统配置中，可连接的海德汉编码器的数据由各编码器的电子设备数据表提供，通常将该表称为通用站点描述文件（GSD）。这些通用站点描述文件完整和准确地描述设备特点，描述格式精确，因此，可方便和应用友好地将设备接入总线系统中。

配置

根据用户要求，可配置和将PROFIBUS DP设备参数化。用GSD文件，一旦在配置工具中选择好主单元，这些设置信息将保存在主单元中。因此，每次启动网络时，都能配置PROFIBUS设备。更换设备时，无需编辑或重新输入配置数据，简化设备更换操作。

可选两种GSD文件：

- DP-V0框架的GSD文件
- DP-V1和DP-V2框架的GSD文件



* EnDat接口

PROFIBUS DP框架

PNO (PROFIBUS用户组织) 已定义一套标准的、非专有的框架, 用于将绝对式编码器连接PROFIBUS DP现场总线。使用标准化框架的全部设备都能确保高灵活性和易于配置。

DP-V0框架

可向位于德国卡尔斯鲁厄的PNO索取该框架 (订购号: 3.062)。该框架定义了两个级别: 第1级相当于最小功能范围, 第2级提供更多功能, 其中部分功能可选。

DP-V1和DP-V2框架

可向位于德国卡尔斯鲁厄的PNO获取该框架 (订购号: 3.162)。该框架区分两类设备:

- 第3级提供基本功能和
- 第4级提供全部标度和预设功能。

除第3级和第4级的标准必备功能外, 还能定义选配功能。

支持的功能

在分布式现场总线系统中, 最重要的是**诊断功能** (例如警告和报警) 和**电子ID标签功能**, 其中含有关编码器型号、分辨率和测量范围的信息。也支持编程功能, 例如**改变计数方向**, **预设点/原点平移**和**改变分辨率 (标度)**。还能记录编码器的工作时间和速度。

PROFIBUS DP的编码器

内置PROFIBUS-DP接口的绝对式编码器可直接连接PROFIBUS现场总线。这些编码器的背面提供LED指示灯, 用于显示**工作状态**、供电电压和现场状态。

在总线盖下, 可轻松接近编码开关, 进行寻址 (0至99) 和用于触发终端电阻。如果旋转编码器是PROFIBUS DP现场总线上的最后一个设备和如果未使用外部终端电阻, 必须激活终端电阻。

DP-V0等级的功能

特点 数据字长	等级	旋转编码器		直线光栅尺 ≤ 31 bit ¹⁾
		≤ 16 bit	≤ 31 bit ¹⁾	
纯二进制码的位置值	1,2	✓	✓	✓
数据字长度	1,2	16	32	32
标度功能 测量步距数/圈 总分辨率	2	✓	✓	-
	2	✓	✓	-
改变计数方向	1,2	✓	✓	-
预设值 (输出数据: 16 bit或32 bit)	2	✓	✓	✓
诊断功能 警告和报警	2	✓	✓	✓
工作时间记录	2	✓	✓	✓
速度	2	✓ ²⁾	✓ ²⁾	-
框架版本	2	✓	✓	✓
序列号	2	✓	✓	✓

¹⁾ 数据字宽 > 31 bit, 仅传输上31 bit

²⁾ 需32 bit输出数据配置和32+16 bit输入数据配置

DP-V1和DP-V2等级的功能

特点 数据字长	等级	旋转编码器		直线光栅尺
		≤ 32 bit	> 32 bit	
报文	3,4	81-84	84	81-84
标度功能	4	✓	✓	-
改变计数方向	4	✓	✓	-
预设点/原点平移	4	✓	✓	✓
非周期参数	3,4	✓	✓	✓
通过报警通道与通道 相关的诊断	3,4	✓	✓	✓
工作时间记录	3,4	✓ ¹⁾	✓ ¹⁾	✓ ¹⁾
速度	3,4	✓ ¹⁾	✓ ¹⁾	-
框架版本	3,4	✓	✓	✓
序列号	3,4	✓	✓	✓

¹⁾ DP-V2不支持

位置值

PROFINET IO串行接口



PROFINET IO

PROFINET IO是一个工业通信领域的开放式工业以太网标准。该标准以现场工作可靠的PROFIBUS DP功能模型为基础，但使用快速以太网技术作为物理传输介质，因此可高速传输I/O数据。同时，该标准允许选择传输指令数据、参数和IT功能。

PROFINET用于将分布式现场设备连接到控制单元上。也能描述参数、诊断和在控制单元与现场设备之间交换数据。PROFINET采用模块型设计。用户自己可选级联功能。为满足高速要求，这些功能的主要差异在于数据交换类型。

拓扑结构和总线分配

PROFINET IO系统由以下组件组成：

- **IO控制单元**（数控系统/PLC；控制自动化任务）
- **IO设备**（局域现场设备，例如旋转编码器）
- **IO监测器**（开发或诊断工具，例如PC计算机或编程设备）

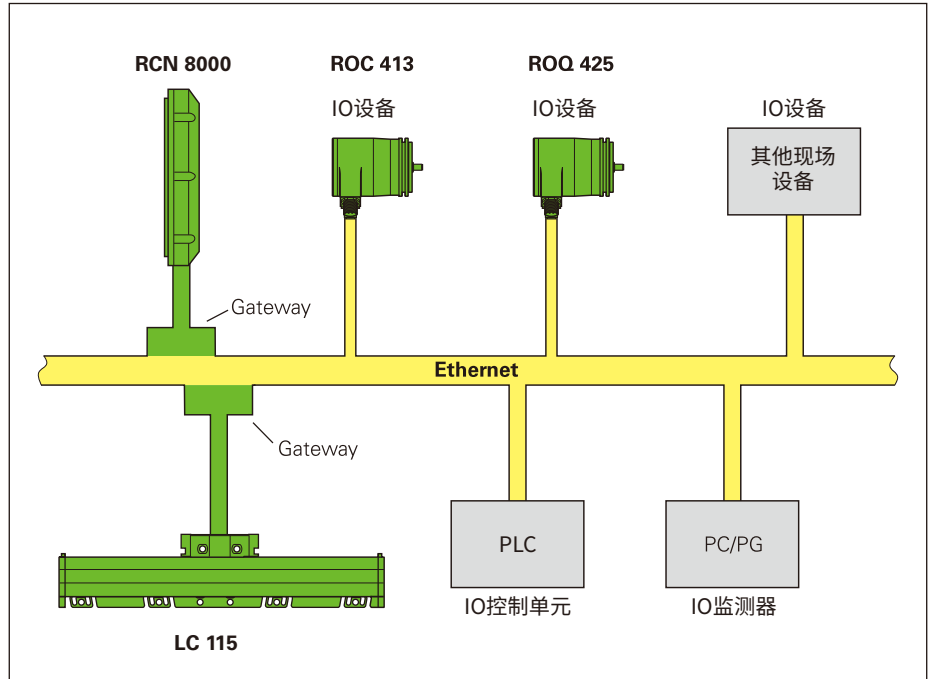
PROFINET IO采用供方—需方模型，允许在以太网终端间通信。优点是供方传输数据无需通信伙伴的任何请求。

物理层特性

海德汉编码器用100BASE-TX（IEEE 802.3第25条）协议和用各向一条双绞线屏蔽电缆连接PROFINET。数据传输速度为100 Mbit/s（快速以太网）。

PROFINET框架

海德汉编码器全部满足4.1版3.162框架的定义要求。该设备框架描述旋转编码器的功能。支持类别4功能（全标度和预设功能）。有关PROFINET的更多信息，请与PROFIBUS用户组织PNO联系。



支持的功能 (框架3.162, V4.1)	等级	旋转编码器	
		单圈	多圈
位置值	3,4	✓	✓
同步传输模式	3,4	✓	✓
第4级功能	4	✓	✓
标度功能	4	✓	✓
每圈测量单位数	4	✓	✓
整个测量范围	4	✓	✓
周期操作（二进制标度）	4	✓	✓
非周期性操作	4	✓	✓
预设点	4	✓	✓
码序	4	✓	✓
预设点控制G1_XIST1	4	✓	✓
兼容模式 (编码器框架V.3.1)	3,4	✓	✓
工作时间	3,4	✓	✓
速度	3,4	✓	✓
框架版本	3,4	✓	✓
偏移值的连续保存	4	✓	✓
标识和维护 (I和M)		✓	✓
外部固件升级		✓	✓

调试

为使PROFINET接口的编码器正常工作，必须下载通用站点描述（GSD）文件并将其导入到配置软件中。在GSD文件中，含PROFINET IO设备工作所需的参数。

配置

框架是PROFINET功能和工作特性预定义的配置，可用于部分设备或应用，例如旋转编码器。其定义来自PROFIBUS & PROFINET International (PI)组织并由该组织发布。

框架十分重要，关系到开放性、互操作性和互换性，用于确保最终用户用标准方法可用不同制造商的类似设备。

PROFINET的编码器

带PROFINET接口的绝对式编码器可直接接入网络中。用PROFINET网络协议自动分配地址。在网络中，用物理设备的MAC地址访问PROFINET IO现场设备。

编码器背面的双色LED灯用于诊断总线和设备。

最后一个设备的终端电阻不是必须的。

位置值 SSI串行接口

绝对位置值从最高有效位 (MSB) 开始通过数据线 (DATA) 与控制系统的时钟信号 (CLOCK) 同步传输。单圈编码器的SSI标准数据字长为13位, 多圈编码器为25位。除绝对位置值外, 还能传输**增量信号**。有关信号说明, 参见**增量信号**部分。

用供电电压 U_P 进行接口输入端的编程激活以下功能:

- **旋转方向**
连续使引脚2为高电平 ($t_{\min} > 1 \text{ ms}$), 将升序位置值的旋转方向反向。
- **置零** (设置为零值)
将上升沿 ($t_{\min} > 12 \text{ ms}$) 提供到引脚5, 将当前位置值设置为零。

报警: 编程的输入端必须有终端电阻 (参见**后续电子电路的输入电路**)。

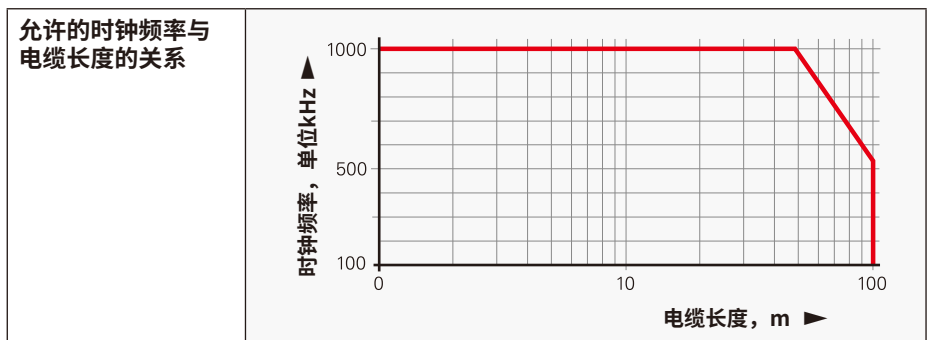
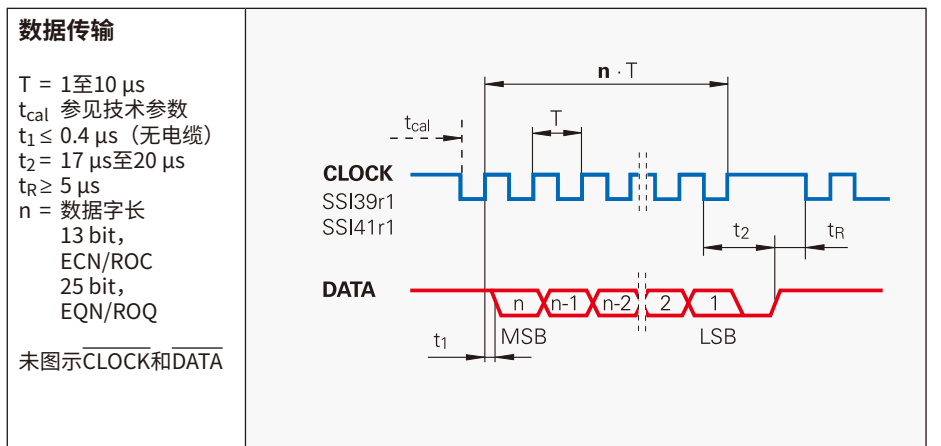
接口	SSI串行
订购标识	单圈: SSI 39r1 多圈: SSI 41r1
传输的数据	绝对位置值
数据输入	差分线路接收器, 符合EIA RS 485标准有关CLOCK和CLOCK信号要求
数据输出	差分线路驱动器, 符合EIA RS 485标准有关DATA和DATA信号要求
编码类型	格雷码
升序位置值	从法兰端看顺时针旋转 (可通过接口切换)
增量信号	取决于编码器 $\sim 1 V_{PP}$, TTL, HTL (参见相应 增量信号)
编程输入	旋转方向和置零; 有关该功能信息, 参见编码器文档 低电平 $< 0.25 \cdot U_P$ 高电平 $> 0.6 \cdot U_P$
连接电缆	海德汉屏蔽电缆; 例如, PUR $[(4 \times 0.14 \text{ mm}^2) + 4(2 \times 0.14 \text{ mm}^2) + (4 \times 0.5 \text{ mm}^2)]$ 最长100 m 6 ns/m

完整数据格式的控制周期

不传输时, 时钟线和数据线都保持在高电平上。在时钟的第一个下降沿时保存内部、周期形成的位置值。在时钟的第一个上升沿传输数据。

传输一个完整数据字后, 数据输出线保持低电平直到编码器准备接收新测量值请求 (t_2)。SSI 39r1或SSI 41r1接口的编码器还需要一个后续暂停时钟 (t_R)。如果在该时间 (t_2 或 t_2+t_R) 内收到另一个数据输出请求 (CLOCK), 将再次输出相同数据。

如果数据输出中断 ($t \geq t_2$ 的CLOCK = 高电平), 将在下个下降沿时保存新位置值。下一个上升沿时, 后续电子电路读取数据。



增量信号

部分编码器也提供增量信号。这些信号主要用于提高位置值分辨率或用于第二个后续电子电路系统。信号基本只能是 $1V_{PP}$ 增量信号。基于订购标识区分例外情况：

- SSI41H 有HTL增量信号
- SSI41T 有TTL增量信号

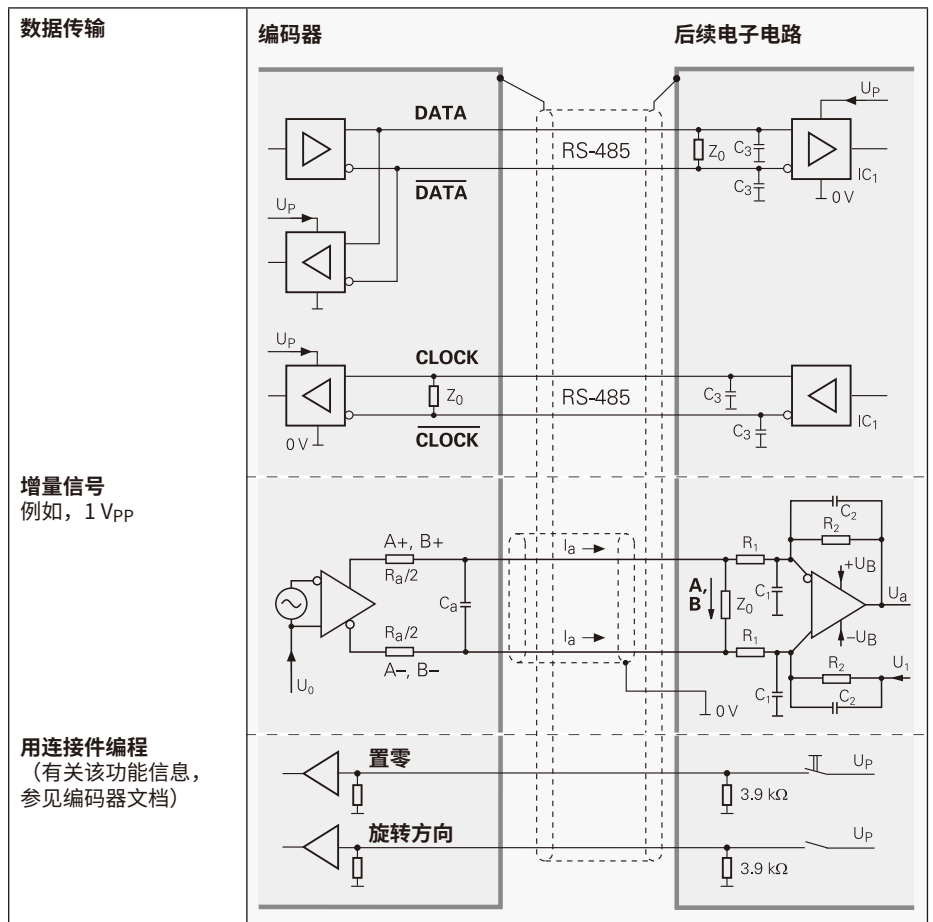
后续电子电路的输入电路

规格

IC_1 = 差分线路接收器和驱动器
例如, SN 65 LBC 176
LT 485

$Z_0 = 120 \Omega$

$C_3 = 330 \text{ pF}$ (提高抗噪性能)



增量信号

~ 1 V_{PP}正弦信号

~ 1 V_{PP}输出信号的海德汉编码器提供高倍频细分的电压信号。

正弦增量信号A与B之间的相位差为90°电子角，典型幅值为1 V_{PP}。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，输出信号最多可减小1.7 V至静电平H。不允许由于该原因带动后续电子电路动作。即使在低静电平处，信号峰值也可达到幅值G。

给编码器供电的电压符合技术参数要求时，信号幅值有效。在120欧姆终端电阻的相应输出端之间进行差分测量确定信号幅值。信号幅值随频率的升高而降低。截止频率是指保持原信号幅值一定百分比的频率：

- -3 dB 信号幅值的 $\pm 70\%$
- -6 dB 信号幅值的 $\pm 50\%$

信号说明中的参数适用于不超过截止频率-3 dB的20%的运动。

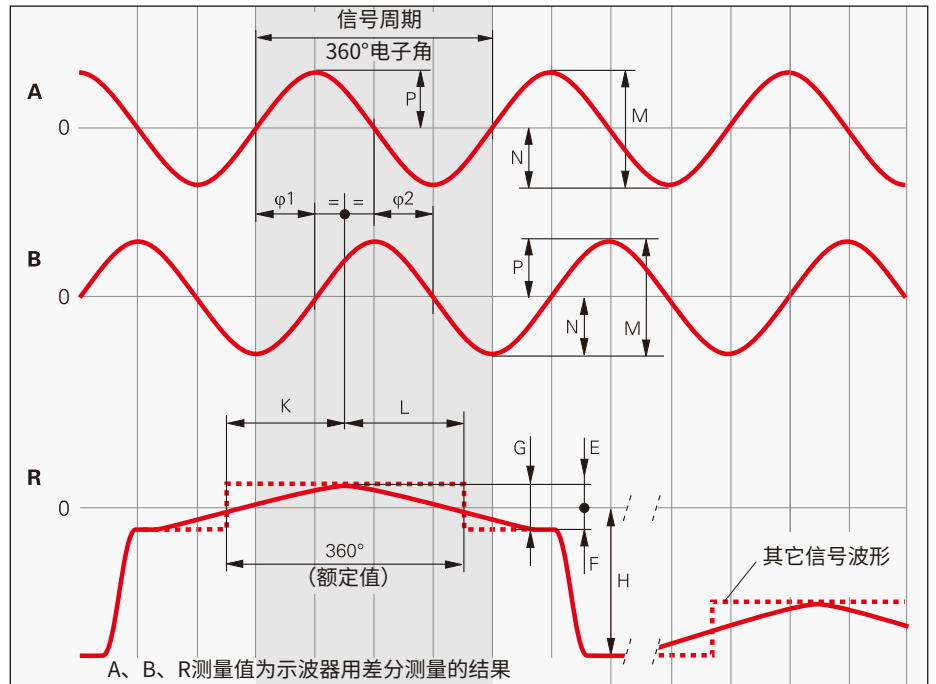
细分/分辨率/测量步距

1 V_{PP}接口的输出信号通常在后续电子电路中进行细分，以达到足够高的分辨率。用于速度控制时，通常细分倍数大于1000，因此，即使在低轴速或低运动速度时，也能提供可用数据。

用于位置测量的推荐测量步距，参见技术参数。还为特殊应用提供其它分辨率。

接口	~ 1 V _{PP} 正弦电压信号	
增量信号	两路近正弦信号A和B 信号幅值M: 0.6至1.2 V _{PP} ; 典型值1 V _{PP} 非对称性 P - N /2M: ≤ 0.065 (相当于15°) 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 可用分量G: ≥ 0.2 V 静电平H: ≤ 1.7 V 信噪比E, F: 0.04 V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 例如, PUR [4(2 x 0.14 mm ²) + (4 x 0.5 mm ²)] 最长150 m 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。技术参数中提供有关受该约束条件的任何编码器公差的信息。对于无内置轴承的编码器，建议在调试中使用更小公差（参见安装说明）。



短路稳定性

输出端短路是不允许的工作条件。其例外是供电电压为DC 5 V ± 5 %的编码器，如果输出端短时间与0 V或U_P短路，这些编码器不会失效。

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

监测增量信号

建议用以下灵敏度电平监测信号幅值M:

阈值下限: 0.30 V_{PP}

阈值上限: 1.35 V_{PP}

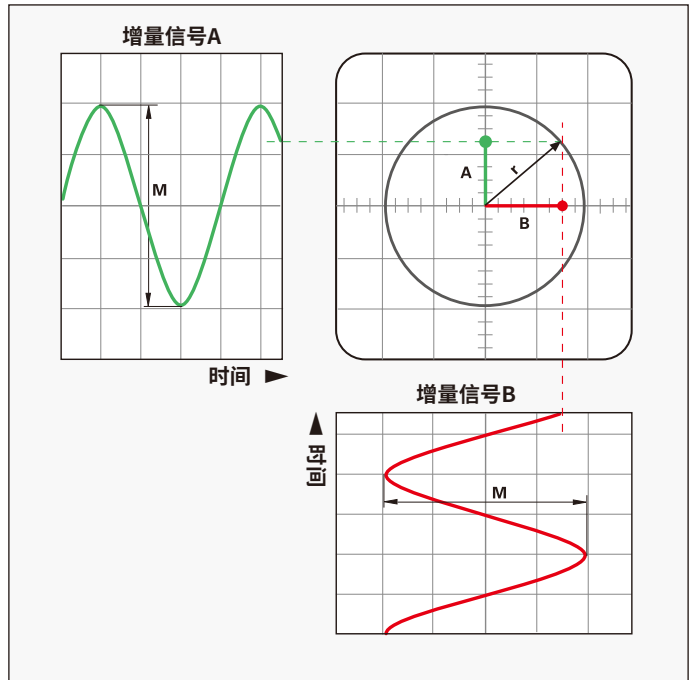
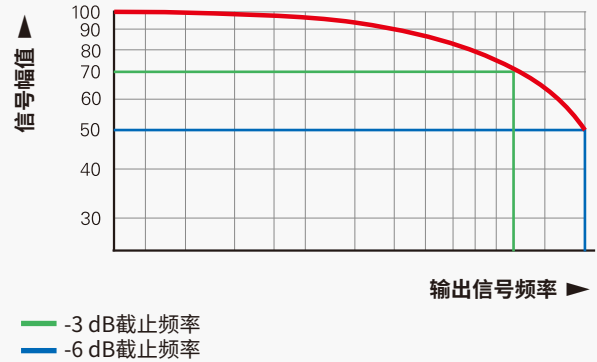
可监测增量信号幅值，例如根据位置指示的长度结果监测。示波器将输出信号A与B在XY图中显示为李萨如图形。理想的正弦信号生成直径为M的圆形。这时，显示的位置指示r (图示) 相当于1/2M。公式为:

$$r = \sqrt{A^2 + B^2}$$

其中 $0.3 \text{ V} < 2r < 1.35 \text{ V}$ 。

截止频率

典型信号幅值与输出频率间的关系曲线 (取决于编码器)



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 $C_2 = 10 \text{ pF}$

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

$U_1 \approx U_0$

-3 dB的电路截止频率

$\approx 450 \text{ kHz}$

$\approx 50 \text{ kHz}$ 对于 $C_1 = 1000 \text{ pF}$
和 $C_2 = 82 \text{ pF}$

50 kHz电路版本的带宽较小，但抗干扰性能较高。

电路输出信号

$U_a =$ 典型值3.48 V_{PP}

增益: 3.48倍

增量信号 参考点信号

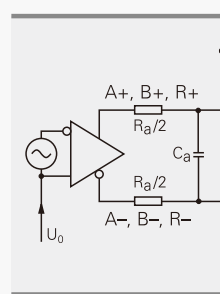
$R_a < 100 \Omega$, 典型值24 Ω

$C_a < 50 \text{ pF}$

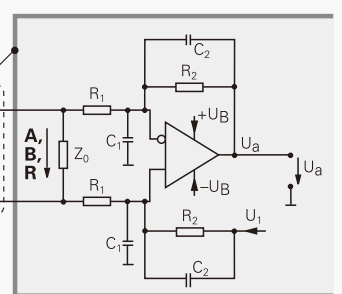
$SI_a < 1 \text{ mA}$

$U_0 = 2.5 \text{ V} \pm 0.5 \text{ V}$
(相对于电源的0 V)

编码器



后续电子电路



高信号频率的后续电子系统的输入电路

对于高信号频率的高精度编码器，需要使用特殊输入电路。

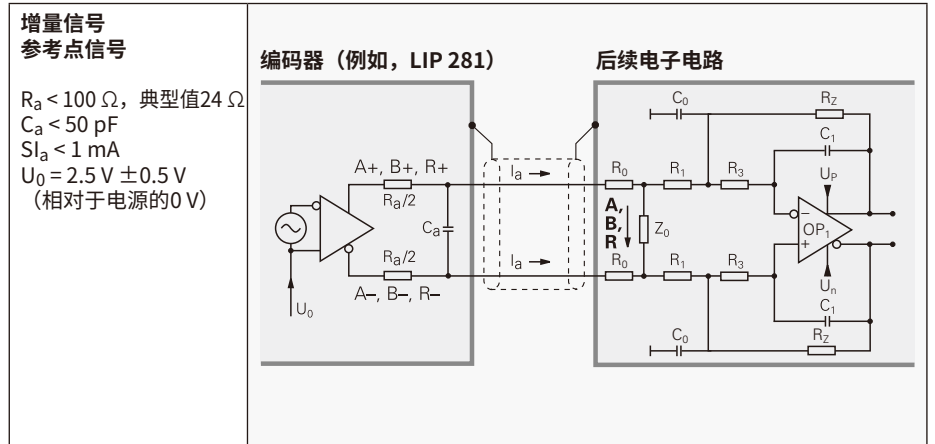
-3 dB的电路截止频率

输入电路有多种可用的电路版本，因此可用不同的截止频率。根据应用和所用的编码器，可能需要调整接收电路，以满足整个系统的最高工作性能要求。

电路输出信号

已为输入范围为 $2 V_{pp}$ 的后续A/D转换器优化了输入电路。

使信号增益达到1.21倍，因此，A信号和B信号的输出电压达到 $a = 1.21 V_{pp}$ 。R信号的信号增益系数为0.58。



	截止频率-3 dB							
	500 kHz		2.5 MHz		5 MHz		10 MHz	
信号	A, B	R	A, B	R	A, B	R	A, B	R
U_a	0 V		0 V		0 V		0 V	
U_p	+5 V		+5 V		+5 V		+5 V	
U_n	0 V		0 V		0 V		0 V或-5 V	
Z_0^*	127 Ω	59.0 Ω	133 Ω	59.0 Ω	133 Ω	59.0 Ω	133 Ω	59.0 Ω
R_0	0 Ω	31.6 Ω	0 Ω	31.6 Ω	0 Ω	31.6 Ω	0 Ω	31.6 Ω
R_1	1.21 k Ω		681 Ω		681 Ω		681 Ω	
R_2	1.47 k Ω		825 Ω		825 Ω		825 Ω	
R_3	1.82 k Ω		464 Ω		464 Ω		464 Ω	
C_0	220 pF		100 pF		47 pF		22 pF	
C_1	68 pF		47 pF		22 pF		10 pF	
OP_1	例如, THS452x						例如, AD8138	

* 对于A信号、B信号和R信号，电路的最终有效终端电阻为~120 Ω

增量信号

~ 11 μA_{SS}正弦信号

~ 11 μA_{PP}接口信号的海德汉编码器输出电流信号。这些编码器用于连接ND系列数显装置或海德汉EXE脉冲型电子电路。

正弦增量信号 I_1 与 I_2 之间的相位差为90°电子角，典型信号电平为11 μA_{PP}。图示的输出信号顺序— I_2 滞后 I_1 —适用于图中所示的运动方向（或长度计测量杆缩回运动）。

参考点信号 I_0 的有效分量 G 约为5.5 μA。

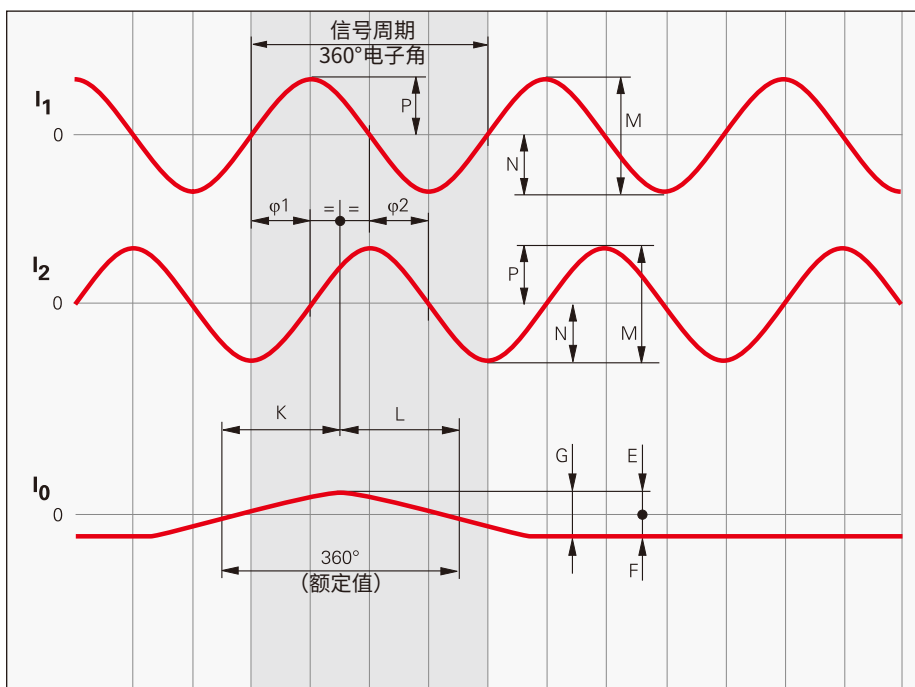
给编码器供电的电压符合技术参数要求时，信号幅值有效。这是基于在相应输出端间进行的差分测量。信号幅值随频率的升高而降低。截止频率是指保持原信号幅值一定百分比的频率：

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

细分/分辨率/测量步距

11 μA_{PP}接口的输出信号通常在后续电子电路中进行细分（海德汉ND数显装置或EXE脉冲型电子电路），用以获得足够高的分辨率。

接口	~ 11 μA _{SS} 正弦电流信号
增量信号	两路近似的正弦信号I_1和I_2 信号幅值 M : 7至16 μA _{PP} ; 典型值11 V _{PP} 非对称性 $IP - NI/2M$: ≤ 0.065 (相当于15°) 幅值比 M_A/M_B : 0.8至1.25 相位角 $ \varphi_1 + \varphi_2 /2$: 90° ± 10°电子角
参考点信号	一个或多个信号峰值I_0 可用分量 G : 2 μA至8.5 μA 信噪比 E, F : ≥ 0.4 μA 零点宽度 K, L : 180° ± 90°电子角
连接电缆	海德汉屏蔽电缆 PUR [3(2 × 0.14 mm ²) + (2 × 1 mm ²)] 最长30 m 传输时间 6 ns/m



□□ TTL方波信号

具有□□ TTL接口的海德汉编码器含正弦扫描信号的数字化电子电路，功能上分为带细分和不带细分电路两大类。

增量信号以相位差为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。

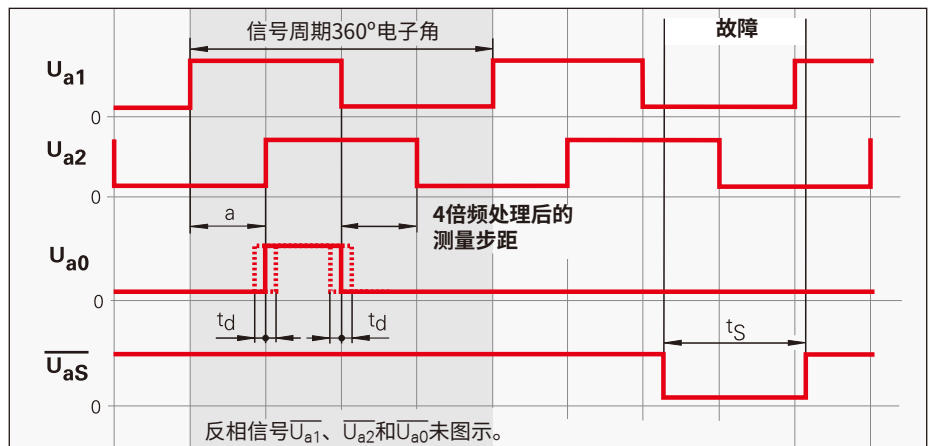
故障检测信号 $\overline{U_{aS}}$ 代表故障状态，例如电源线断路、光源失效等。例如，在自动生产中，用其关闭机器。

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”中所示的最小**边缘间距** a 适用于所示的输入电路和电缆长度为1 m并基于差分线路接收器输出端的测量值。

注意：
部分编码器不输出参考点信号、故障检测信号和反相信号。请参见其引脚编号。

接口	□□ TTL方波信号
增量信号	两路TTL方波信号 U_{a1} 、 U_{a2} 与其反相信号 $\overline{U_{a1}}$ 、 $\overline{U_{a2}}$
参考点信号 脉冲宽度 延迟时间	一个或多个TTL方波脉冲 U_{a0} 及其反相脉冲 $\overline{U_{a0}}$ 90°电子角（根据需要提供其它脉宽） $ t_d \leq 50 \text{ ns}$
故障检测信号 脉冲宽度	单TTL方波脉冲 $\overline{U_{aS}}$ 故障检测：低电平（根据需要：高阻抗 U_{a1}/U_{a2} ） 正常工作：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
允许负载	$Z_0 \geq 100 \Omega$ 相应输出信号间 $ I_L \leq 20 \text{ mA}$ 每路最大负载 $C_{load} \leq 1000 \text{ pF}$ 至0 V 保护输出端，避免与0 V短路
切换时间 (10%至90%)	$t_+ / t_- \leq 30 \text{ ns}$ （典型值10 ns） 1 m电缆和指定的输入电路
连接电缆 电缆长度 传输时间	海德汉屏蔽电缆 例如，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） 典型值6 ns/m



时钟输出信号是编码器和5倍频细分（或更高）细分电子电路的典型输出信号。这些信号的边缘间距 a 由内部时钟发生器确定。同时，时钟频率决定增量信号允许的输入频率（ $1 V_{PP}$ 或 $11 \mu A_{PP}$ ），因此时钟频率决定最高允许的轴速或运动速度：

$$a_{nom} = \frac{1}{4 \cdot IPF \cdot fe_{nom}}$$

a_{nom} 名义边缘间距
 IPF 细分倍数
 fe_{nom} 名义输入频率

内部时钟发生器的公差影响输出信号的边缘间距 a 和输入频率 f_e ，因此影响运动速度或轴速。

对于所示的边缘间距，已考虑5%的这些公差；在任何情况下，所示值都不是名义边缘间距，而是最小边缘间距 a_{min} 。

然而，对于最高允许的输入频率，必须考虑至少5%的公差。这意味着相应地减小最高允许的运动速度或轴速。

因此，编码器和未细分的细分电子电路提供**非时钟的输出信号**。技术参数中提供最高允许输入频率条件下的最小边缘间距 a_{min} 。如果减小输入频率，相应增加边缘间距。

不同电缆在传输时间的差异使每米电缆另外减小边缘间距0.2 ns。为避免计数错误，必须考虑10%的安全裕度。也必须将后续电子电路设计为可处理90%的边缘间距结果。

请注意：

严禁超过最大允许**轴速**或**运动速度**，即使是短时间也不允许，原因是可能造成不可修正的计数错误。

计算示例1

LIDA 400直线光栅尺

要求：显示步距：0.5 μ m；运动速度：1 m/s；
 输出信号：TTL；连接到后续电子电路的电缆长度：25 m。
 后续电子电路必需可处理多大的最小边缘间距？

选择细分倍数

20 μ m栅距：0.5 μ m显示步距 = 40倍细分
 在后续电子电路内处理 4倍
细分 10倍

选择边缘间距

运动速度 60 m/min（相当于1 m/s）
 + 公差值：5% 63 m/min
 在**技术参数**中选择：
 下个LIDA 400版 120 m/min（技术参数数据）
最小边缘间距 0.22 μ s（技术参数数据）

确定后续电子电路必须处理的边缘间距

减去电缆相关的传输时间差 每米0.2 ns
 如果电缆长度为25 m 5 ns
 得到边缘间距 0.215 μ s
 减去10%安全余量 0.022 μ s
后续电子电路的最小边缘间距 0.193 μ s

计算示例2

32 768线的ERA 4000角度编码器

要求：测量步距0.1"，TTL输出信号（需IBV外部接口电子电路）；
 IBV到后续电子电路的电缆长度：20 m；
 后续电子电路可处理的最小边缘间距：0.5 μ s（输入频率：2 MHz）。
 轴的旋转速度可多少？

选择细分倍数

32 768线相当于 40"信号周期
 40"信号周期：0.1"测量步距 = 400倍细分
 在后续电子电路内处理 4倍
IBV内细分 100倍

计算边缘间距

后续电子电路允许的边缘间距 0.5 μ s
 这相当于**所得边缘间距的90%**
 因此：边缘间距结果 0.556 μ s
 减去不同电缆传输时间的差异 每米0.2 ns
 如果电缆长度为20 m 4 ns
IBV 102的最小边缘间距 $\geq 0.56 \mu$ s

选择输入频率

对于**IBV 102**，输入频率，也即边缘间距 a 可根据产品信息文档调整。
 下个适用的边缘间距 0.585 μ s
 100倍细分时的**输入频率 4 kHz**

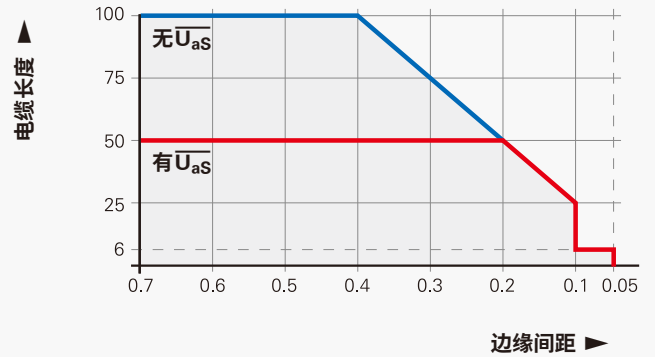
计算允许的轴速

减去5%公差 3.8 kHz
 每秒3800个信号或每分钟228 000个信号。
 ERA 4000的线数为32 768，因此：
最高允许轴速 6.95 rpm

TTL方波信号传输给后续电子电路所允许的**电缆长度**取决于边缘间距 a 值。最大电缆长度为100 m或对于故障检测信号为50 m。必须将所需的供电电压 提供给编码器（参见技术参数）。用传感线监测编码器电压并根据需要用适当调节设备调整电压（远程传感电源）。

咨询海德汉后，可提供更大电缆长度。

允许的电缆长度与边缘间距间的关系



后续电子电路的输入电路

规格

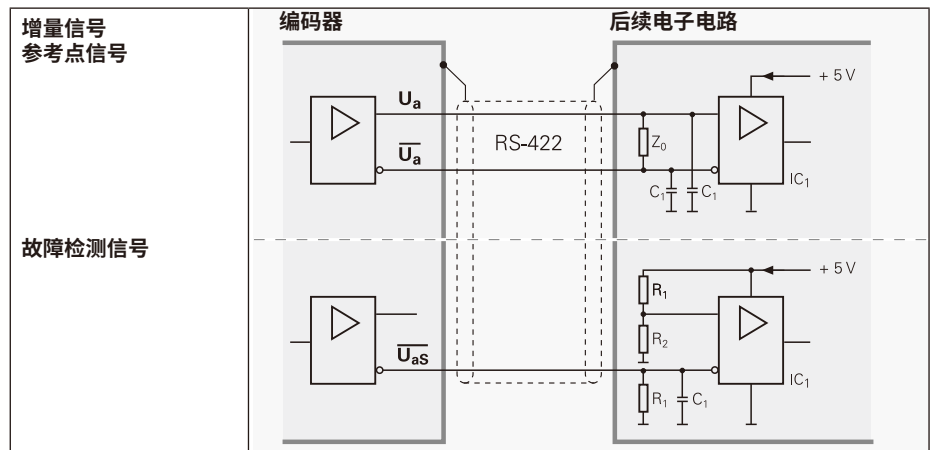
IC_1 = 推荐的差分接收电路:
 DS 26 C 32 AT
 仅限 $a > 0.1 \mu s$:
 AM 26 LS 32
 MC 3486
 SN 75 ALS 193

$R_1 = 4.7 k\Omega$

$R_2 = 1.8 k\Omega$

$Z_0 = 120 \Omega$

$C_1 = 220 pF$ (用于提高抗噪性能)



增量信号

HTL方波信号

HTL接口信号的海德汉编码器含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。

增量信号以相位差为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（不适用于HTL信号）。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。

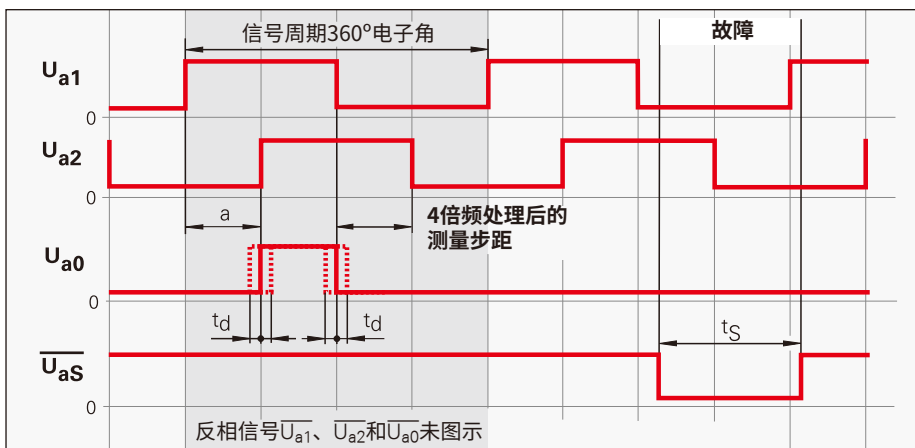
故障检测信号 $\overline{U_{aS}}$ 代表故障，例如光源失效。例如，在自动生产中，用其关闭机器。

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**边缘间距** a 是基于指定差分输入电路的输出端测量值。为避免计数错误，后续电子电路的设计需满足能处理90%边缘间距 a 的要求。

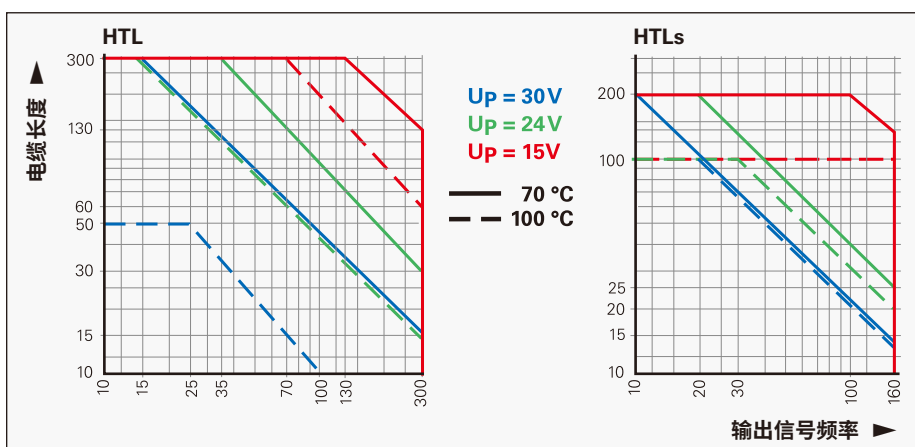
严禁超出最高允许**转速**或**运动速度**。

接口	HTL, HTL方波信号
增量信号	两路HTL方波信号 U_{a1} 、 U_{a2} 和其反相信号 $\overline{U_{a1}}$ 和 $\overline{U_{a2}}$ (HTL无 $\overline{U_{a1}}$ 和 $\overline{U_{a2}}$)
参考点信号	一路或多路HTL方波脉冲 U_{a0} 和其反相脉冲 $\overline{U_{a0}}$ (HTL无 $\overline{U_{a0}}$)
脉冲宽度 延迟时间	90°电子角 (根据需要提供其它脉宽) $ t_d \leq 50 \text{ ns}$
故障检测信号	一个HTL方波脉冲 $\overline{U_{aS}}$ 故障: 低电平 正常工作: 高电平
脉冲宽度	$t_S \geq 20 \text{ ms}$
信号电平	$U_H \geq 21 \text{ V}$, $-I_H = 20 \text{ mA}$ 时 供电电压 $U_L \leq 2.8 \text{ V}$, $I_L = 20 \text{ mA}$ 时 $U_P = 24 \text{ V}$, 无电缆
允许负载	$ I_L \leq 100 \text{ mA}$ 每路输出最大负载, (不含 $\overline{U_{aS}}$) $C_{load} \leq 10 \text{ nF}$ 至0V 输出端可短路至0V和 U_P 最长不超过1分钟 (不含 $\overline{U_{aS}}$)
切换时间 (10%至90%)	$t_+/t_- \leq 200 \text{ ns}$ (不含 $\overline{U_{aS}}$) 1 m长电缆和指定的输入电路
连接电缆	海德汉屏蔽电缆; 例如, PUR $[4(2 \times 0.14 \text{ mm}^2) + (4 \times 0.5 \text{ mm}^2)]$ 最长300 m (HTL最长100 m) 6 ns/m
电缆长度 传输时间	

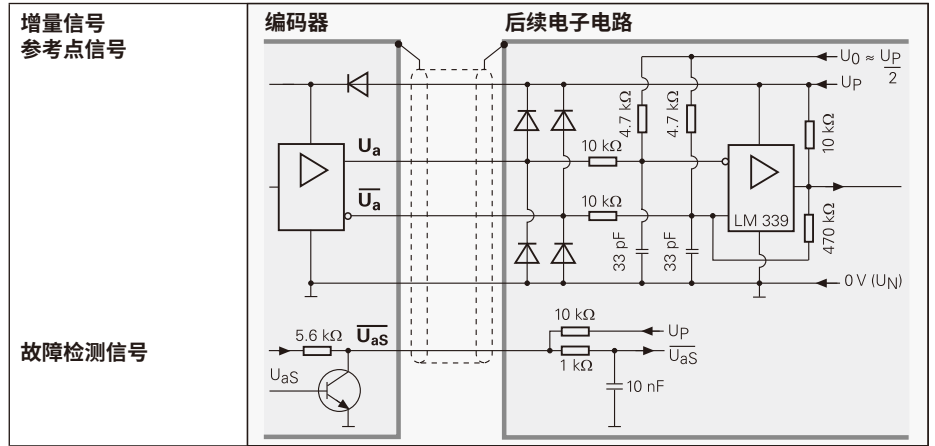


HTL信号的增量式编码器允许的**电缆长度**取决于编码器的输出频率、所供电压和工作温度。

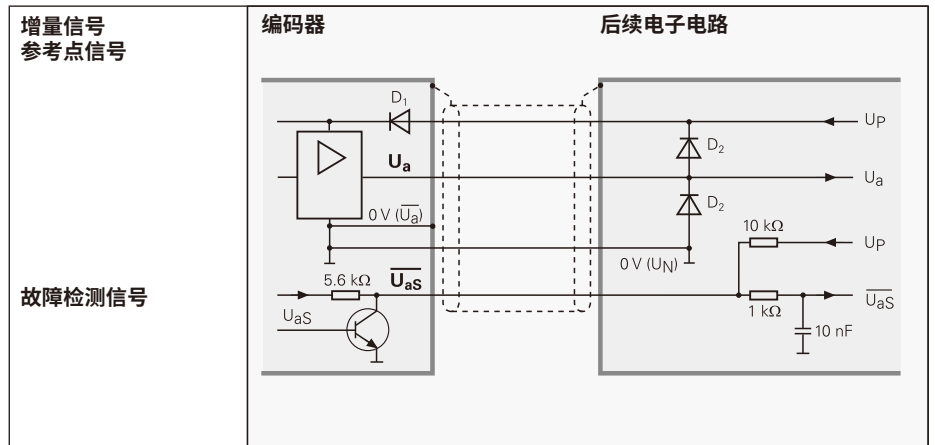
HTL输出信号的编码器**电流消耗**取决于输出频率和连接后续电子电路的电缆长度。



后续电子电路的输入电路
HTL



HTL



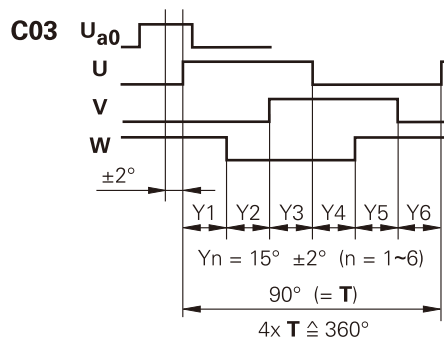
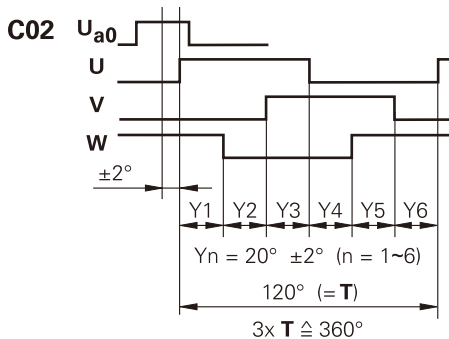
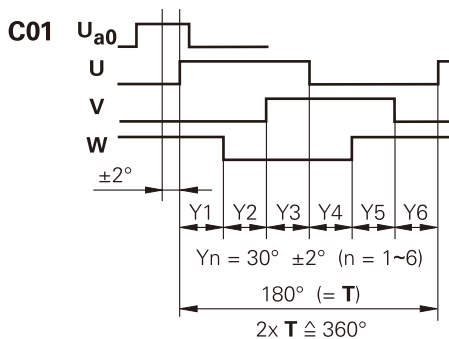
其它信号

条块换向的换向信号

条块换向信号U、V和W由三个独立刻轨提供。全部采用TTL电平方波信号传输。

接口	□ TTL方波信号
换向信号 脉宽 信号电平	三路方波信号U、V、W和其反相信号 \bar{U} 、 \bar{V} 、 \bar{W} 2x180°机械角, 3x120°机械角或4x90°机械角 (如需其它, 可提供) 参见增量信号□ TTL
增量信号	参见增量信号□ TTL
连接电缆 电缆长度 传输时间	海德汉屏蔽电缆 例如, PUR [6(2 x 0.14 mm ²) + (4 x 0.5 mm ²)] 最长100 m 6 ns/m

换向信号 (机械角度值)



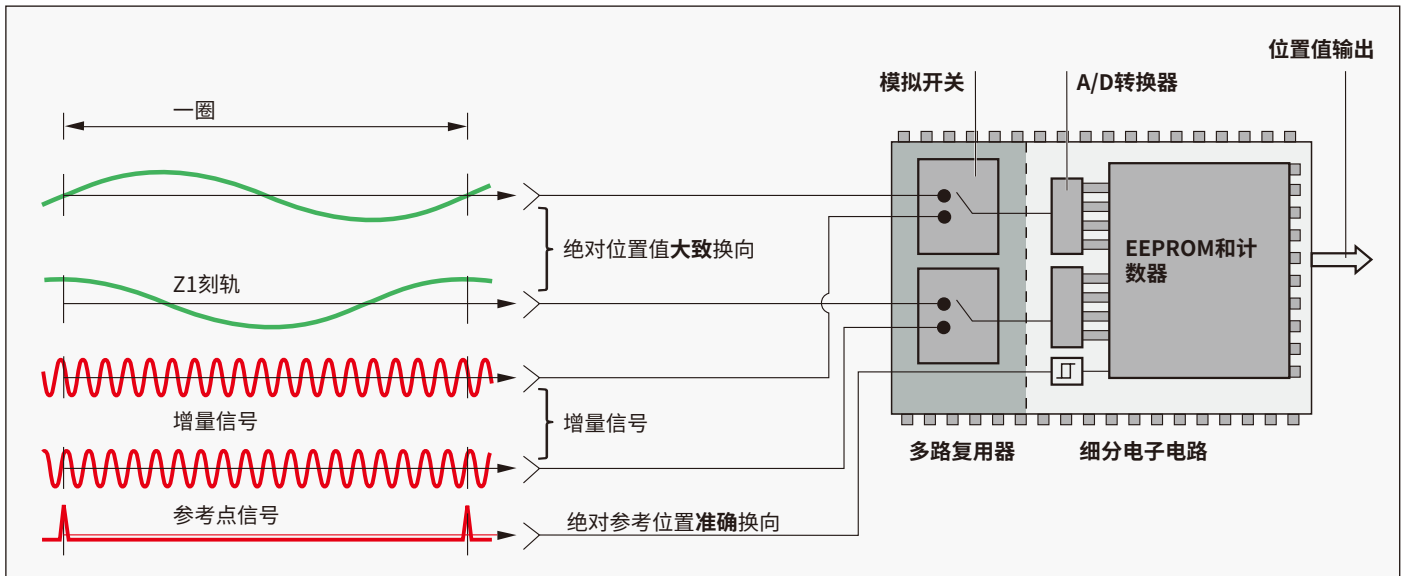
正弦换向的换向信号

换向信号C和D由Z1刻轨提供，相当于每转一圈一个正弦周期或一个余弦周期。
1 kΩ电阻值时的典型信号幅值为1 V_{PP}。

后续电子电路的输入电路与~ 1 V_{PP}接口的输入电路相同。然而，终端阻抗Z₀需为1 kΩ，而不是120 Ω。

接口	~ 1 V _{PP} 正弦电压信号
换向信号	两路近正弦信号C和D 有关信号电平信息，参见增量信号~ 1 V _{PP}
增量信号	参见增量信号~ 1 V _{PP}
连接电缆	海德汉屏蔽电缆 例如，PUR [4(2 x 0.14 mm ²) + (4 x 0.14 mm ²) + (4 x 0.5 mm ²)] 最长150 m 6 ns/m

带Z1刻轨的电子换向



其它信号 限位开关

带限位开关的编码器，例如LIDA 400，提供两个限位开关，用于检测限位位置和用于形成回零轨。限位开关由不同的粘性磁条触发，可以精确地切换左限位开关或右限位开关。可成串地配置磁条使其成为回零轨。

限位开关信号通过独立信号线传输，因此直接提供限位开关信号。

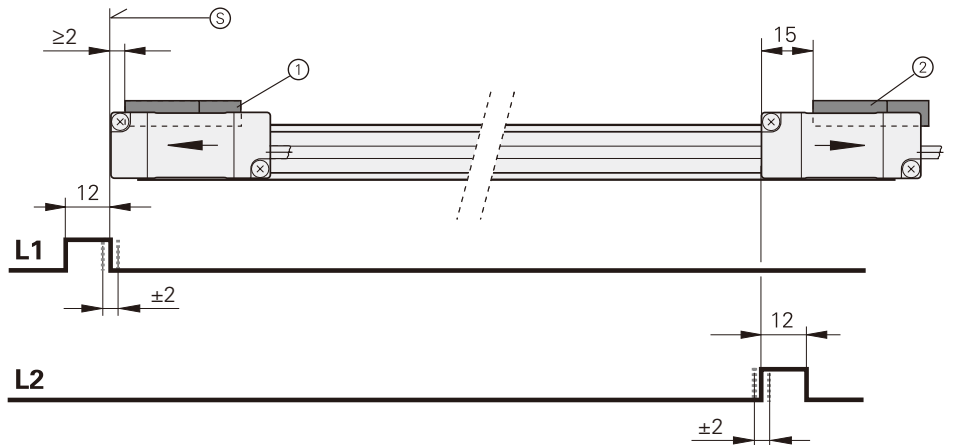
	LIDA 4xx
输出信号	限位开关L1和L2的每一个TTL方波脉冲的高电平/低电平
信号幅值	在5 V电压下，集电极的负载电阻为10 k Ω
允许负载	$I_{aL} \leq 4 \text{ mA}$ $I_{aH} \leq 4 \text{ mA}$
切换时间 (10 %至90 %)	上升时间 下降时间 $t_+ \leq 10 \mu\text{s}$ $t_- \leq 3 \mu\text{s}$ 用3 m电缆和推荐的输入电路测量
允许的电缆长度	最长20 m

mm

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

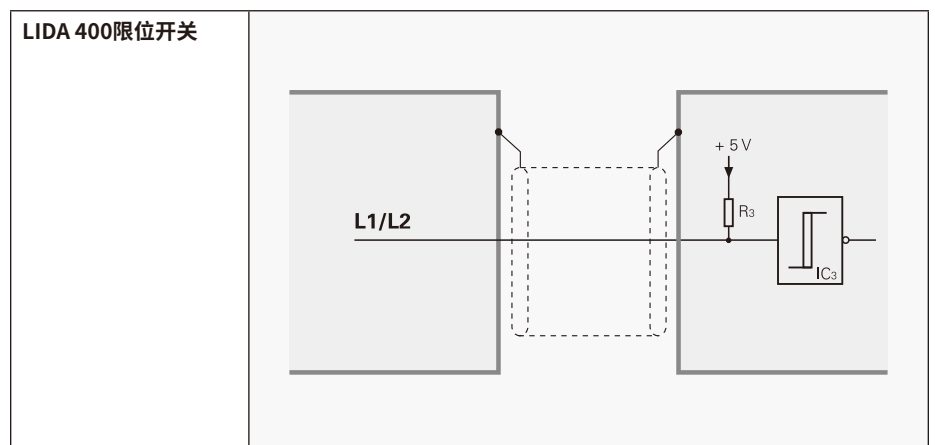
L1/L2 = 限位开关1和2的输出信号
 开关沿的公差: $\pm 2 \text{ mm}$

⑤ = 测量长度ML的起点
 1 = 限位开关1的磁条N
 2 = 限位开关2的磁条S



后续电子电路的输入电路

规格
 IC_3 (例如, 74AC14)
 $R_3 = 1.5 \text{ k}\Omega$



位置检测


带位置检测功能的编码器，例如LIF 4x1/LIP 60x1，不仅提供增量信号，还提供回零轨和检测限位位置的限位开关。

该信号在单独信号线H和L中用TTL电平传输，因此，直接提供该信号。

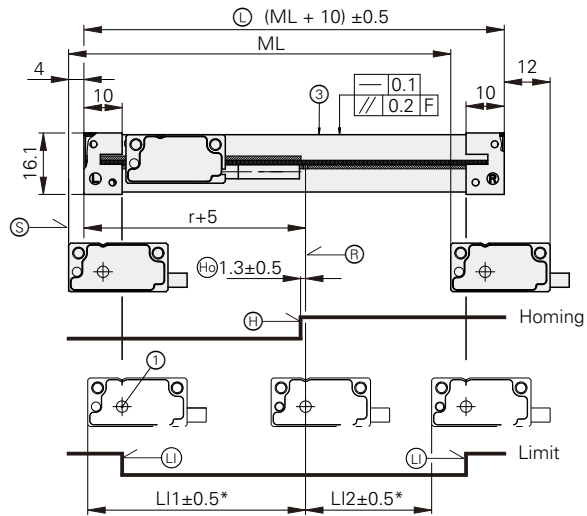
对于LIP 60x1，可用PWM 21精确地调整限位/回零位置。

	LIF 4x1/LIP 60x1
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	最长10 m；对于LIP 60x1，用PWM 21调整期间： 最长3 m


LIP 60x1

mm

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

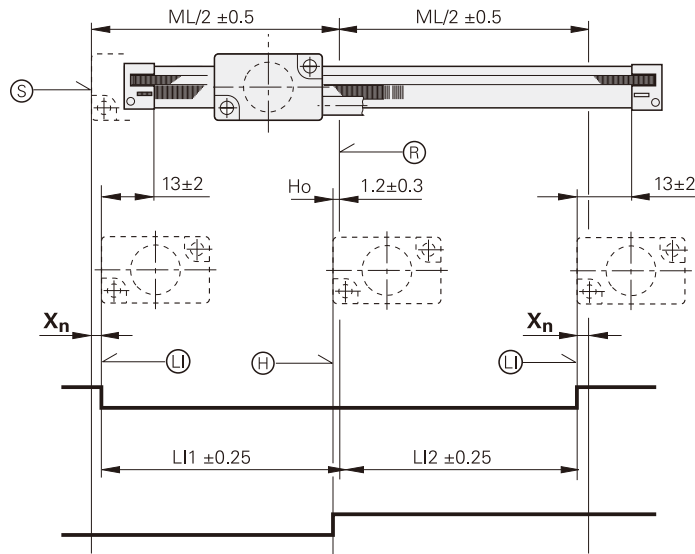
- Ⓜ = 参考点位置
- Ⓢ = 测量长度ML的起点
- Ⓣ = 限位标志，可调
- Ⓜ = 回零轨开关
- Ho = 回零触发点



LIF 4x1

mm

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

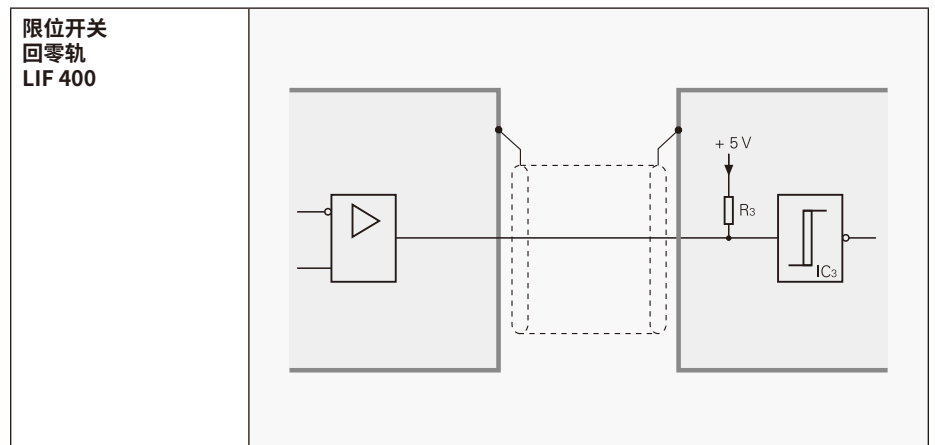
Ⓡ = 参考点位置
 Ⓢ = 测量长度ML的起点
 ⊕ = 限位标志, 可调
 ⊕ = 回零轨开关
 Ho = 回零触发点



$X_n =$
 Var. 01 $X_1 = 2$ mm
 Var. 02 $X_2 = 14$ mm
 Var. 03 $X_3 = 22$ mm

后续电子电路的输入电路

规格
 IC_3 (例如, 74AC14)
 $R_3 = 4.7$ k Ω



更多信息

接口电子电路

海德汉公司的接口电子电路将编码器信号调整为可连接后续电子电路接口的信号。用于后续电子电路不能直接处理海德汉编码器的输出信号或另外需要细分信号时。

接口电子电路的输入信号

海德汉接口电子电路用于连接 $1 V_{pp}$ 正弦信号（电压信号）或 $11 \mu A_{pp}$ 正弦信号（电流信号）的编码器。EnDat或SSI串行接口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

接口电子电路为后续电子电路提供以下接口：

- TTL系列方波脉冲
- EnDat 2.2
- DRIVE-CLiQ
- 发那科串行接口
- 三菱高速接口
- 安川串行接口
- PROFIBUS

正弦输入信号的细分

接口电子电路进行信号转换和细分编码器的正弦信号。提供更小测量步距，因此可以提高控制质量和定位性能。

位置值形成

多种接口电子电路还内置计数功能。从最后一个设定的参考点开始，一旦移过参考点，立即生成绝对位置值并输出给后续电子电路。

盒式



接头式



电缆型



顶盖安装轨



输出		输入		结构 - 防护等级IP	插补 ¹⁾ 或细分	型号
接口	数量	接口	数量			
□ TTL	1	~ 1 V _{pp}	1	盒式 - IP65	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	
		插头式 - IP40	5/10倍	IBV 3171		
			20/25/50/100倍	IBV 3271		
		~ 11 μA _{pp}	1	盒式 - IP65	5/10倍	EXE 101
					20/25/50/100倍	EXE 102
□ TTL/ ~ 1 V _{pp} (可调)	2	~ 1 V _{pp}	1	盒式 - IP65	2倍	IBV 6072
					5/10倍	IBV 6172
					5/10倍和20/25/50/100倍	IBV 6272
EnDat 2.2	1	~ 1 V _{pp}	1	盒式 - IP65	≤ 16384倍细分	EIB 192
				插头式 - IP40	≤ 16384倍细分	EIB 392
			2	盒式 - IP65	≤ 16384倍细分	EIB 1512
DRIVE-CLiQ	1	EnDat 2.2	1	盒式 - IP65	-	EIB 2391 S
				电缆型 - IP65	-	EIB 3392 S
发那科串行接口	1	~ 1 V _{pp}	1	盒式 - IP65	≤ 16384倍细分	EIB 192 F
				插头式 - IP40	≤ 16384倍细分	EIB 392 F
			2	盒式 - IP65	≤ 16384倍细分	EIB 1592 F
三菱高速接口	1	~ 1 V _{pp}	1	盒式 - IP65	≤ 16384倍细分	EIB 192 M
				插头式 - IP40	≤ 16384倍细分	EIB 392 M
			2	盒式 - IP65	≤ 16384倍细分	EIB 1592 M
安川串行接口	1	EnDat 2.2	1	插头式 - IP40	-	EIB 3391 Y
PROFIBUS DP	1	EnDat 2.2	1	顶盖安装轨	-	PROFIBUS 网关
PROFINET IO	1	EnDat 2.2	1	顶盖安装轨	-	PROFINET 网关

¹⁾ 可切换

诊断、检测和测试设备

海德汉编码器提供调试、监测和诊断所需的全部信息。提供的信息类型取决于增量式或绝对式编码器以及所用的接口。

增量式编码器主要使用1 V_{pp}、TTL或HTL接口信号。TTL和HTL信号的编码器在内部监测信号幅值并生成纯数字故障检测信号。对于1 V_{pp}信号，只能用外部测试设备或用后续电子电路（模拟诊断接口）的计算资源分析输出信号。

绝对式编码器用串行方式传输数据。根据接口类型，可输出1 V_{pp}的附加增量信号。这些信号在编码器内被全面监测。监测结果（特别是用有效数据时）与位置值一起通过串行接口（数字诊断接口）发给后续电子电路。提供以下信息：

- 出错信息：位置值不可靠
- 警告：已达到编码器的内部功能极限
- 有效数据：
 - 有关编码器功能性保护区的详细信息
 - 所有海德汉编码器统一标度
 - 可周期地读取

后续电子电路只需极少资源就能评估编码器的当前状态，包括用于闭环时。

为分析这些编码器，海德汉提供相应的PWM检测设备和PWT测试设备。根据这些设备的连接方式，提供两种类型的诊断：

- 编码器诊断：直接将编码器连接测试或检测设备，因此可以详细地分析编码器的功能。
- 监测模式：将PWM检测设备接入闭环控制环中（根据需要，使用适当测试适配器）。因此可以在工作中实时诊断机器或设备。可用的功能取决于接口。



用PWM 21和ATS软件诊断



用PWM 21和ATS软件调试

一览表		PWM 21		PWT 101
接口	输出信号	编码器诊断	监测模式	编码器诊断
EnDat 2.1	位置值 增量信号	有 有	无 有	有 有
EnDat 2.2	位置值 有效数据	有 有	有 ¹⁾	有 有
DRIVE-CLiQ	位置值 有效数据	有 有	无 无	无 ⁷⁾ 无 ⁷⁾
发那科	位置值 有效数据	有 有	有 有	有 ⁸⁾ 有 ⁸⁾
三菱	位置值 有效数据	有 ⁵⁾ 有	有 ^{1) 5)}	有 ⁸⁾ 有 ⁸⁾
松下	位置值 有效数据	有 有	有 ¹⁾	有 ⁸⁾ 有 ⁸⁾
安川	位置值 有效数据	有 ⁶⁾ 有	无 ⁷⁾ 无 ⁷⁾	有 ⁸⁾ 有 ⁸⁾
SSI	位置值 增量信号	有 有	无 有	无 无
1 V _{pp}	增量信号	有	有	有
11 μA _{pp}	增量信号	有	有	有
TTL	增量信号 扫描信号	有 ⁴⁾ 有	有 无	有 ⁴⁾ 有 ⁴⁾
HTL	增量信号	有 ²⁾	无	无 ⁷⁾
换向信号	条块换向 正弦换向信号	有 ²⁾ 有	无 有	有 ³⁾ 有

1) 控制系统必须要求和传输的信息

2) 用适当的信号适配器

3) 只适用于条块换向的编码器（参见编码器文档）

4) 如果编码器支持（PWT功能）

5) 不适用于订购标识为Mitsu01的编码器

6) 不适用于EIB 3391Y

7) 未来功能

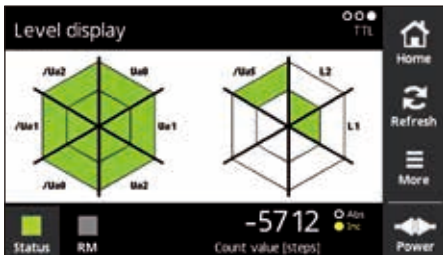
8) 需要双对传输（更多信息，参见PWT 100/PWT 101文档）

PWT 101

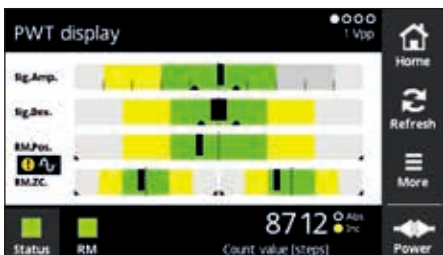
PWT 101是测试设备，用于测试和调试海德汉增量式和绝对式编码器的功能。PWT 101结构紧凑，坚固耐用，是便携式应用的理想选择。



	PWT 101
编码器输入 仅限海德汉编码器	<ul style="list-style-type: none"> • EnDat • 发那科串行接口 • 三菱高速接口 • 松下串行接口 • 安川串行接口 • 1 V_{pp} • 11 μA_{pp} • TTL
显示	4.3英寸彩色纯平显示器（触控屏）
供电电压	DC 24 V 功率消耗：最大15 W
工作温度	0 °C至40 °C
防护等级EN 60529	IP20
尺寸	约145 mm x 85 mm x 35 mm



电平显示



PWT显示

PWM 21

用PWM 21相位角测量仪和相应的ATS调试及测试软件诊断和调试海德汉编码器。



更多信息，请参见*PWM 21/ATS*软件产品信息文档。

	PWM 21
编码器输入	<ul style="list-style-type: none">• EnDat 2.1或EnDat 2.2（带或不带增量信号的绝对值）• DRIVE-CLiQ• 发那科串行接口• 三菱高速接口• 安川串行接口• 松下串行接口• SSI• 1 V_{pp}/TTL/11 μA_{pp}• HTL（通过信号适配器）
接口	USB 2.0
供电电压	AC 100 V至240 V或DC 24 V
尺寸	258 mm x 154 mm x 55 mm

	ATS
语言	可选德语和英语
功能	<ul style="list-style-type: none">• 位置显示• 连接对话• 诊断• EBI/ECI/EQI、LIP 200、LIC 4000和其它编码器的安装向导• 其它功能（如果编码器支持）• 存储器内容
系统要求和建议	PC（双核处理器 > 2 GHz） RAM > 2 GB 操作系统：Windows 7、8和10（32-bit/64-bit） 500 MB可用硬盘空间

DRIVE-CLiQ是西门子的注册商标。

一般电气信息

适用范围

一般电气信息适用于海德汉编码器和电缆。在技术参数中，可能提供补充信息。

供电电压

只能将海德汉编码器连接至PELV系统供电的后续电子电路（详见EN 50178）。

海德汉编码器满足IEC 61010-1标准要求，条件是由限制能量的辅助电路供电并满足第3版IEC 61010标准9.4节的要求，或由限制功率的辅助电路供电并满足第2版IEC 60950-1标准2.5节的要求，或由满足UL1310¹⁾标准要求的2类辅助电路供电。

需要用稳压的直流电压 U_P 为编码器供电。有关电压和电流消耗或功率损失信息，请参见相应的技术参数。关于直流电源的电压波动，需满足以下参数要求：

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

然而，电源供电的限制不能受谐波成份影响。

要求的供电电压取决于编码器接口。需要区分非宽电压供电的编码器（例如DC 5.0 V \pm 0.25 V）与宽电压供电的编码器（例如DC 3.6 V至14 V）。

宽电压供电的编码器

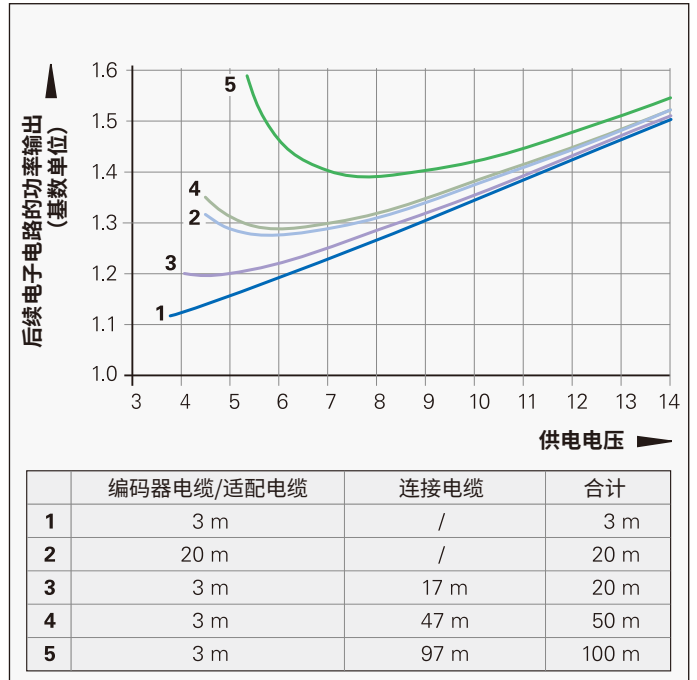
对于宽电压供电的编码器，电流消耗与供电电压之间为非线性关系。然而，编码器的功率消耗曲线近似为线性（参见功率消耗和电流消耗图）。

为此，技术参数提供最高供电电压和最低供电电压时的功率消耗值。在最大功率消耗中，考虑以下因素：

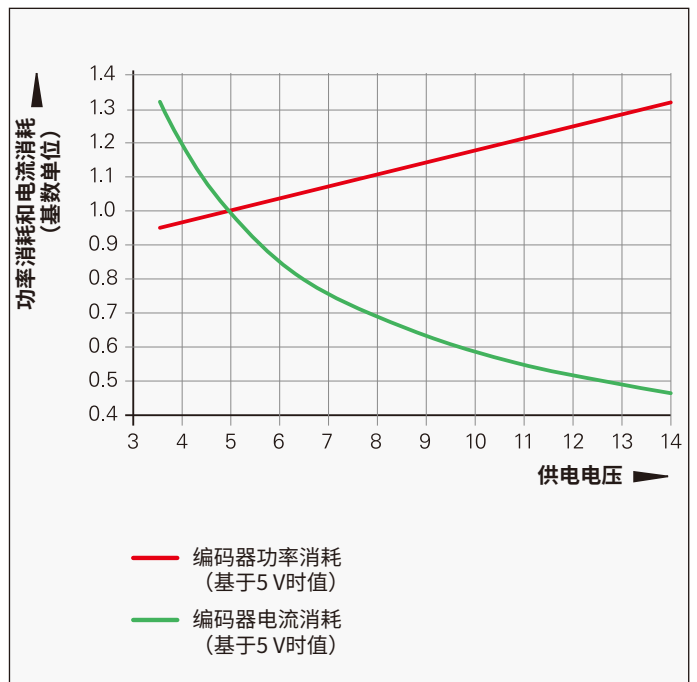
- 推荐的接收器电路
- 电缆长度1 m
- 老化和温度的影响
- 需正确使用有关时钟频率和周期时间的编码器

为了比较和检测，还为典型供电电压或额定电压给出了典型环境条件下和空载（只连接供电电压）工作条件下的典型电流消耗或功率消耗。

该信息不具约束力，如有变更，恕不另行通知。有关电源供电规格，需要使用最大功率消耗。



电缆长度对后续电子电路功率输出的影响（举例）



电流消耗和功率消耗与供电电压间的关系（举例）

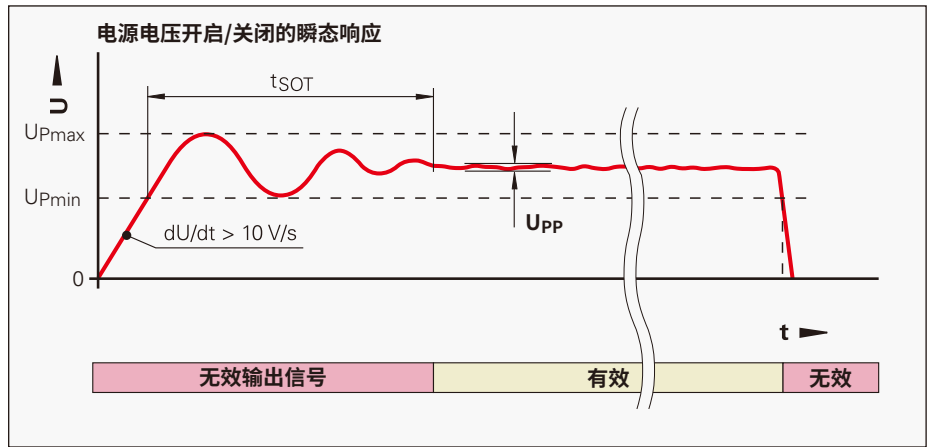
¹⁾ 取代第3版IEC 61010-1，第9.4节，可使用以下标准的相应章节：DIN EN 61010-1，EN 61010-1，UL 61010-1和CAN/CSA-C22.2第61010-1号。取代第2版IEC 60950-1，第2.5节，可使用以下标准的相应章节：DIN EN 60950-1，EN 60950-1，UL 60950-1和CAN/CSA-C22.2第60950-1号。

编码器端必须保持电压值不变。如有**传感线**，可用传感线监测和调整提供给编码器的电压。如果无可调电源，应将传感线与相应供电线并联连接，以减小电压压降（参见**电缆和接头**样本中的**电缆长度**）。

编码器开启/关闭特性

开启时间 t_{SOT} 后提供有效输出信号。在时间 t_{SOT} 期间，输出信号达到表中的最高电压值。开启时间 t_{SOT} 的长短取决于接口。

接口	开启时间	最大电压
1 V _{pp}	1.3 s	5.5 V
11 μA _{pp}		
TTL		
HTL		U _{Pmax}
EnDat		5.5 V
SSI		U _{Pmax}
PROFIBUS DP	2 s	5.5 V
PROFINET	10 s	U _{Pmax}



如果将电源关闭，或如果供电电压低于 U_{Pmin} ，输出信号也无效。而且，还必须考虑接口本身的开启/关闭特性。如果用中

间接电子电路操作编码器，还必须考虑该接口电子电路的开启/关闭特性。

这里不涉及海德汉支持的其它专用接口。

有关后续电子电路电源的设计信息

后续电子电路电源的选择

选择尽可能接近公差上限的电源。考虑电缆长度导致的电压压降 1U 。电源应在公差的上限范围内，特别是供电电压为DC 5 V ± 0.25 V和DC 5 V ± 0.5 V的编码器。对于DC 3.6 V至14 V和带功能安全特性的编码器，建议供电电压为DC 12 V。

后续电子电路的功率输出

对于宽电压供电的编码器，必须考虑技术参数中的最高功率消耗。特别是DC 5 V供电电压的编码器，必须注意所示的电流消耗为**空载**时的数据。因此，需要注意接收电路的设计可能增加电流消耗。还必须考虑适配电缆和连接电缆的电压压降（有关计算，参见**电缆和接头**样本中的**电源部分**）。

开启时瞬间的最大电流消耗

在设计电源规格时，必须考虑更大的电流消耗。为此，海德汉建议采用限电流的电源。推荐的限电流值为400 mA，但至少需要达到编码器在静态状况下最大电流消耗的1.2倍。

在设计关闭时电流监测的规格时（特别是触发阈值和触发速度），必须确保在开机的瞬间可承受更大的电流消耗。

适用范围

对于采用专用接口的海德汉编码器，一般电气信息适用于以下部分。更多信息，参见技术参数。

DRIVE-CLiQ接口的编码器

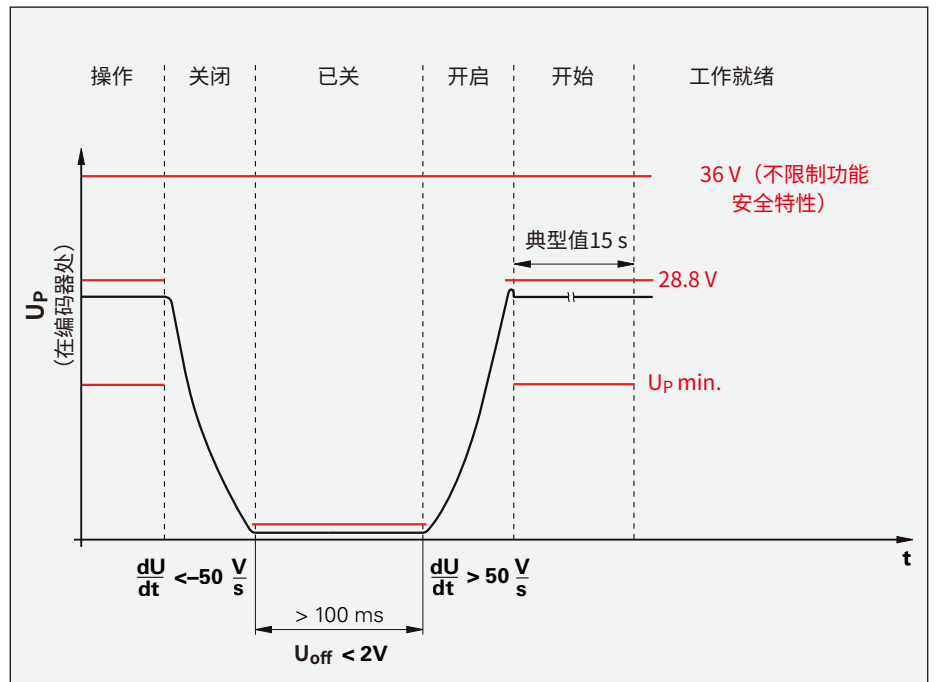
电源

DRIVE-CLiQ接口的编码器设计使用DC 24 V 额定电压。后续电子电路制造商指定供电电压的公差为DC 20.4 V至28.8 V。

DRIVE-CLiQ接口的海德汉编码器允许更大电压范围（参见技术参数）。允许在工作中电压短时间达到DC 36.0 V。电压在DC 28.8 V至36.0 V之间时，功率消耗可能较大。

开启/关闭特性

DRIVE-CLiQ接口的海德汉编码器设计用于右图所示的开启/关闭特性。



开启和关闭特性曲线图

电气允许的轴速或运动速度

编码器的最高允许轴速或运动速度取决于：

- 机械允许的轴速或运动速度和
 - 电气允许的轴速或运动速度。
- 对于正弦输出信号的增量式编码器，电气允许的轴速或运动速度由-3dB/-6dB 截止频率或后续电子设备允许的输入频率决定。

对于方波信号的增量式编码器，电气允许的轴速或运动速度取决于：

- 编码器的最高允许扫描/输出频率 f_{max} 和
- 后续电子电路最小允许的边缘间距 a_0 。

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，rpm
- v_{max} 电气允许运动速度，m/min
- f_{max} 编码器最高扫描/输出频率或后续电子电路的输入频率，kHz
- z 角度或旋转编码器每圈的信号周期数
- SP 直线光栅尺信号周期数，单位 μm

电气安全

海德汉编码器只能由PELV系统供电（有关其定义，参见EN 50178）。海德汉编码器外壳与内部电路绝缘。根据EN 60664-1标准，绝缘层的额定浪涌电压为500 V。此外在微观环境下，必须满足2级污染等级要求（参见EN 60664-1标准）。

电磁兼容性

电气干扰源

主要的电气干扰源是电容耦合或电感耦合。干扰可发生在导线和设备的输入和输出端子处。

典型的电气干扰源包括：

- 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、脉冲装置和开关电源供电的杂散磁场
- 上述设备的电源电缆和供电线

符合性

采用以下所述措施时，海德汉编码器符合EMC指令2014/30/EU有关以下情况下的通用标准要求：

• 抗噪声性能 (EN 61000-6-2)

具体标准如下：

- 静电放电 EN 61000-4-2
- 电磁场 EN 61000-4-3
- 瞬变 EN 61000-4-4
- 浪涌 EN 61000-4-5
- 传导干扰 EN 61000-4-6
- 工频磁场 EN 61000-4-8
- 电压骤降，短暂断电 EN 61000-4-11

• 噪声辐射 (EN 61000-6-4)

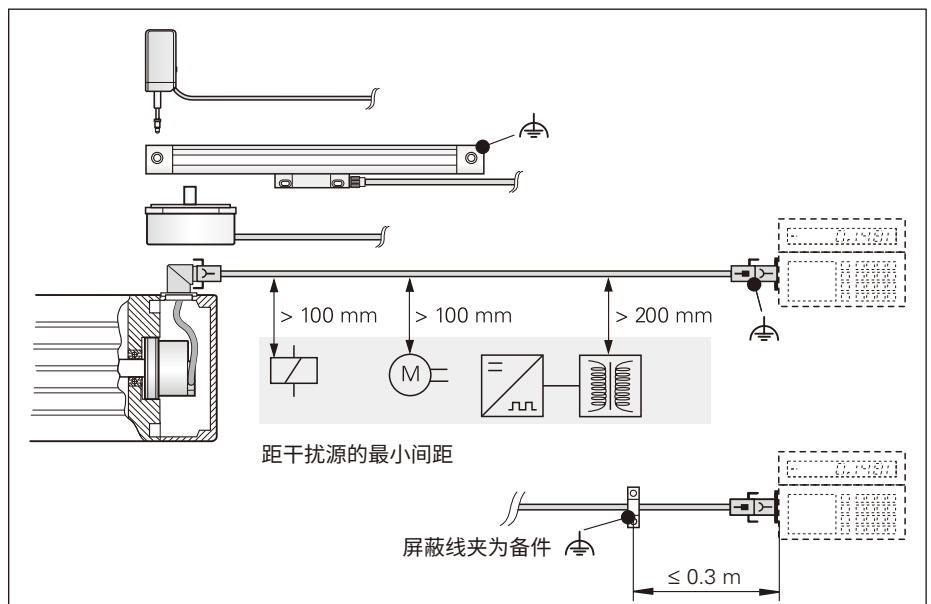
措施

根据EMC指令要求，无需EMC专业知识就能无干扰地工作。以下措施用于确保无干扰可工作的程度（根据需要，请咨询海德汉）：

- 按照安装说明要求，正确安装海德汉编码器
- 只能用海德汉公司原厂电缆。遵守相应接口的最大允许电缆长度的要求。如果用于非标准应用（信号与接头间关系），整机系统制造商必须确保符合性

- 严禁将信号电缆安装在干扰源附近（电感类设备，例如接触器、电机、变频器、电磁线圈等）
 - 必须将带干扰信号的电缆充分退藕，空间间隔距离需达到100 mm，或将电缆穿入金属管中，接地隔离
 - 需要与开关电源中的储能电感的距离至少保持200mm
- 避免屏蔽层（例如接头）与其它金属零件的意外接触
- 对于内屏蔽和外屏蔽电缆，将内屏蔽连接至后续电子电路的0 V（例外：海德汉复合电机电缆；参见复合电机电缆文档）。禁止外屏蔽与内屏蔽连接在一起
- 使用带金属外壳的连接件（例如接头或端子盒）。这些连接件只能用于相连编码器的信号和供电电压（例外：海德汉复合电机电缆）
- 用电缆屏蔽层相互连接编码器外壳、连接件和后续电子电路。在全圆周（360°）大面积地连接屏蔽层。如果编码器有一个以上电气接头，参见相应产品的文档。
- 将编码器和无外壳的接口电子电路或塑料壳的接口电子电路安装在全封闭的金属外壳中。如果其它信号和干扰源将流过外壳，需要具备EMC专业知识，和整机系统制造商必须确保符合性

- 按照安装说明要求连接（外）屏蔽层与功能地
- 如果设备和电缆组件使用塑料接头或未大面积连接屏蔽层的接头，在靠近接头附近大面积地连接（外）屏蔽层与功能地（屏蔽线夹；如图所示）。严禁干扰源位于附近
- 对于可选择连接外部传感器的编码器（例如温度传感器），符合EMC指令要求的符合性仅适用于无外部传感器的操作。对于使用外部传感器的操作（例如温度传感器），无干扰地工作需要EMC专家，和整机系统制造商必须确保符合性
 - 在大多数应用中，由于作用于传感器的干扰很小，因此可无干扰地工作
 - 此外，此类系统可能发生触电危险，因此，必须考虑传感器的电气隔离要求
- 如果需要要在整机系统中补偿电流，必须提供单独等电位连接导线。不能将屏蔽层用作等电位导线
- 海德汉编码器提供高频、低阻的地线连接（参见EN 60204-01中的EMC章）



相关资料

长度测量



样本
直线光栅尺
用于NC数控机床

包括：
绝对式直线光栅尺
LC
增量式直线光栅尺
LB, LF, LS



样本
长度计

包括：
海德汉ACANTO
海德汉SPECTO
海德汉METRO
海德汉CERTO



样本
敞开式直线光栅尺

包括：
绝对式直线光栅尺
LIC
增量式直线光栅尺
LIP, PP, LIF, LIDA

角度测量



样本
旋转编码器

包括：
绝对式旋转编码器
ECN, EQN, ROC, ROQ
增量式旋转编码器
ERN, ROD



样本
内置轴承角度编码器

包括：
绝对式角度编码器
RCN, ECN
增量式角度编码器
RON, RPN, ROD



样本
伺服驱动编码器

包括：
旋转编码器
角度编码器
直线光栅尺



样本
模块型角度编码器
光学扫描

包括：
增量式角度编码器
ERP, ERO, ERA



样本
模块型角度编码器
磁电扫描

包括：
增量式编码器
ERM



样本
角度编码器模块

包括：
角度编码器模块
MRP 2000/MRP 5000/MRP 8000
带力矩电机的角度编码器模块
SRP 5000, AccurET

测量值获取和显示



样本
信号处理电子装置
量仪应用

包括：
ND, QUADRA-CHEK, MSE, EIB, IK



产品简介
接口电子电路



样本
数显装置/直线光栅尺
手动操作机床应用

包括：
数显装置
ND, POSITIP
直线光栅尺
LS

设置和测量



样本
机床检测和验收测试的测量装置

包括：
增量式直线光栅尺
KGM, VM

连接编码器和测头



样本
电缆和接头

包括：
技术性能，电缆概要和电缆列表

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

哈尔滨办事处

地址：黑龙江省哈尔滨市长江路 398 号
工大集团总部大厦 1405-1 室

邮编：150090

电话：0451-82892109

传真：010-80480536 010-80480536

Email: harbin@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

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

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：027-59805275

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 9 层 A10909 号单元

邮编：710061

电话：029-87882030

传真：010-80420192

Email: xian@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

南京办事处

地址：江苏省南京市江宁区秦淮路 4 号
同曦青春水岸 2 幢 502 室

邮编：211106

电话：025-84189639

传真：010-80420185

Email: nanjing@heidenhain.com.cn

公司网址：www.heidenhain.com.cn



1078628-ZZ-10-03/2021·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