



## 技术信息

# EnDat 3：新一代稳定可靠的接口技术

EnDat是数字驱动系统和位置控制环反馈位置编码器测量值的理想接口。用串行接口传输数据不仅速度快、工作可靠，还提供附加信息，例如传输电机特性参数和传感器信息。该接口提供丰富的诊断功能，可将编码器信息用于故障排除操作，提高系统可靠性。

这些功能和优点使EnDat成为机床、电子系统和自动化行业所用位置编码器的标准接口并已得到全球的公认。在各种测量原理，不同产品系列的众多编码器中，机器设备制造商总能为其特定应用和要求从中选择正确的EnDat编码器。

EnDat 3提供更丰富的EnDat功能和优点，满足未来数字化生产要求。为此，EnDat 3采用全新架构，不仅保留成熟可靠的技术，而且保持优异的连续性并兼容前代版本。

EnDat 3新特性：

- 复合传输电缆
- 总线拓扑
- 传感器：灵活的数据内容和传感器连接盒
- 功能安全特性：黑通道通信
- 更宽数据带宽
- 可定义的发送列表
- 系统安装：提供访问权限

**EnDat 3**

- 通用
- 高性能
- 数据通信
- 可诊断
- 安全

# EnDat 3: 满足未来数字化生产要求

## 初版: EnDat 2.1

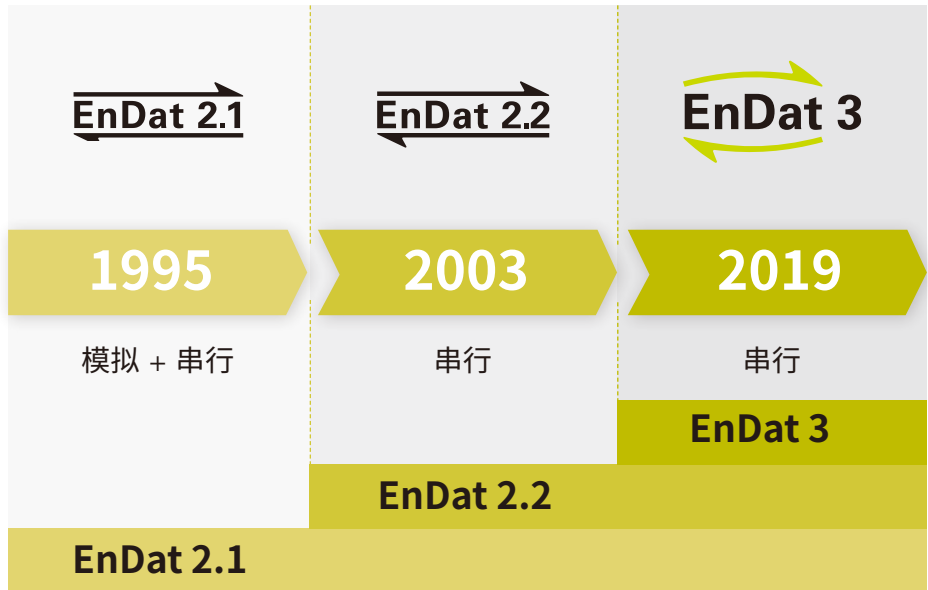
EnDat始于1995年, 第一版为EnDat 2.1。  
EnDat从第一版开始提供以下功能:

- 自动进行系统安装
  - 电子ID标签
  - OEM存储器
  - 原点平移
- 预警和报警

## 纯串行: EnDat 2.2

2003年推出EnDat 2.2, 开始采用纯串行数据传输技术, 重要的是继续保持与上代产品的连续性。EnDat 2.2还增加了以下功能:

- 功能安全特性
- 温度传感器
- 在线诊断 (功能冗余)
- HMC 6复合电缆技术
- 支持更多编码器类型 (例如带后备电池的编码器)



## 未来型: EnDat 3

EnDat 3的诞生标志着EnDat系列新一代接口的继续发展和功能的进一步丰富, 必将满足工业生产的数字化未来要求:

### 通用

- 可选不同制造商的大量编码器
- 易于连接
  - HMC 2复合电缆技术
  - 总线型工作
  - 带传感器连接盒
- 可连接其它传感器
  - 将传感器内置在编码器内
  - 外部传感器

### 高性能

- 短周期时间
  - 极小的位置测量抖动, 可达15  $\mu$ s
- 宽带宽
  - 100 m电缆长度的带宽达12.5 Mbps, 或40 m电缆长度达25 Mbps

### 数据通信

- 传输位置值和传感器数据
  - 发送列表功能允许为不同的应用场景预定义通信
  - 正常操作期间访问编码器存储器
- 丰富的系统监测功能满足工业4.0要求
  - 自动进行系统安装和诊断
  - 传感器数据

### 可诊断

- 电子ID标签, 自动进行系统安装
  - 编码器、电机和系统数据
- 编码器在线诊断
  - 与传感器数据一起, 还为状态监测和预防性维护提供数据
- 保存工作状态数据
  - 用后续电子电路保存
  - 用编码器采集数据

### 安全

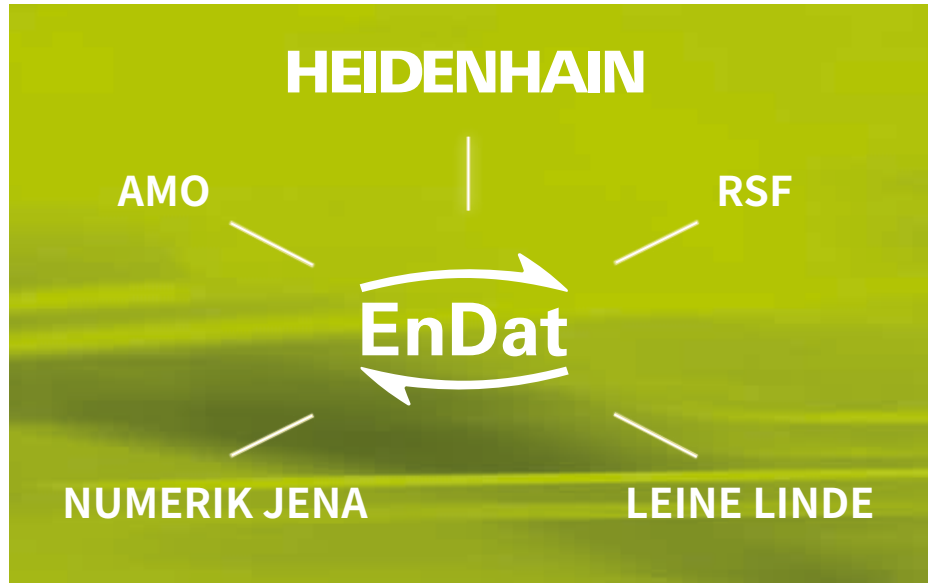
- 满足安全性达SIL 3级的应用要求
  - 黑通道通信
  - 分别传输运动控制单元和安全控制单元的数据, 易于部署



EnDat 2.2编码器品种丰富，必有一款可成为指定应用的理想选择：

- 不同测量方式和扫描原理的编码器
  - 绝对式，增量式
  - 光电式，感应式，磁电式
  - 单圈，齿轮式多圈，后备电池式多圈
- 安装方式相兼容的编码器

EnDat 3编码器产品线同样在发展。



EnDat最初设计用于以下行业，EnDat 3继续用于这些行业并为这些行业提供以下突出亮点：

#### 自动化

- HMC 2复合电缆
- 总线型工作
- 可连接传感器（例如在伺服电机内轻松连接温度传感器，可选KTY 84-130或PT 1000特性曲线）
- 采集和保存工作状态数据
- 自动配置的系统信息
- 诊断能力
- 功能安全特性

#### 机床

- 高机械强度的连接电缆
- 可连接复杂传感器和传感器连接盒
- 多维测量技术
- 自动配置的系统信息
- 诊断能力
- 功能安全特性

#### 电子行业

- 更小直径的电缆和总线型工作，将电缆轻量化
- 多维测量技术
- 自动配置的系统信息
- 诊断能力



EnDat接口的强大功能和品种丰富的编码器，灵活适应机床结构设计，满足未来发展要求。

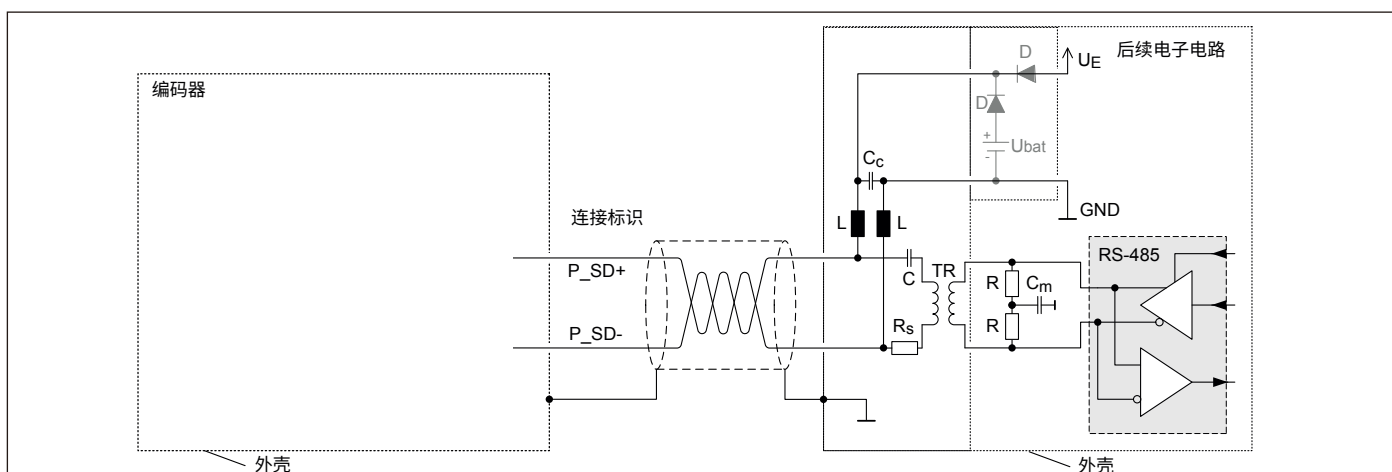
# EnDat 3: 基本功能概要

接口	
协议	半双工模式下的数据请求和响应式
物理层	RS-485: 四线或双线
数据传输速度	12.5 Mbps (25 Mbps)
电缆长度	12.5 Mbps: 最长100 m / 25 Mbps: 最长40 m
HPF发送时间 (主单元内提供位置值)	典型值10 $\mu$ s
周期时间	典型值 > 25 $\mu$ s
总线型工作	菊花链
功能安全特性	设计用于安全性达SIL 3级, 黑通道通信

功能	
诊断	状态监测和预防性维护
系统信息	自动配置和保存工作状态数据
访问控制	用户认证 (例如原点平移, OEM存储器)

**订购标识**  
订购标识决定主要通信性能

支持的通信类型	E30-R2	E30-R4	E30-RB
EnDat 3: 在电源供电线上调制通信信号	✓	-	-
EnDat 3: 通信 + 独立的电源供电线 (4线)	-	✓	✓
EnDat 3: 总线型工作	-	-	✓
可带传感器连接盒	-	✓	✓

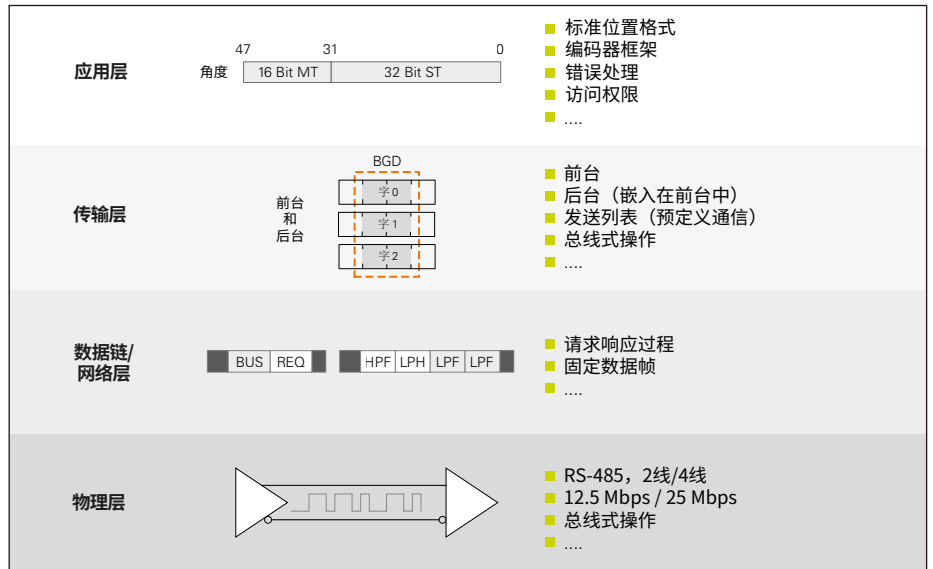


框图: 2线

# EnDat 3：通信

EnDat 3需要两条通信导线，通常用另外两条导线为编码器供电。然而在数字通信中不使用直流器件，因此可在供电线上调制通信信号，减少导线总数。部分应用只需两条导线（例如复合电机电缆）。EnDat 3接口的技术规范遵循OSI分层模型。

接口的编码器端为从单元，后续电子电路为主单元。用半双工模式通信。一个通信周期含主单元数据请求和从单元响应请求。将主单元与从单元间的通信分为前台通信和后台通信。



EnDat 3通信分层模型

## 前台通信

前台通信为通信周期提供数据（例如控制单元周期）。

数据请求和响应包括已定义长度的帧。每一次数据请求和响应都由前导码（PRE）开始并以结尾码（POST）结束。REQ数据请求帧控制与编码器的通信或触发传感器内的特定操作（例如清除出错信息），因此也能确定响应内容。对于任何REQ帧的内容，按照时间顺序都将响应帧分为高优先级数据和低优先级数据。

响应含以下元素：

- 一个HPF（高优先级帧）  
HPF通常含编码器位置。根据编码器情况，也可以为HPF指定其它传输的信息。
- 一个LPH（低优先级报文头）  
LPH传输有关后续数据内容的状态信息。也包括有关发送列表和传输的LPF数量的信息。在发送列表中规定各通信周期内的LPF时间顺序。
- 多达15个可选LPF（低优先级帧）  
LPF传输其它数据，例如功能安全特性的诊断值、传感器信息或冗余信息。

EnDat 3使用的LPF继续基于EnDat 2.2中的附加数据功能。根据在编码器存储器中的发送列表配置切换不同的LPF。不需要后续电子电路在控制单元的周期工作期间进行干预。每次重新启动后，可在可挥发存储器中配置发送列表，也可以在非挥发存储器中永久配置发送列表。工作期间，发送列表规定周期之间进行响应中应包括的LPF。存储器中可保存多达8种不同的发送列表。数据请求的类型决定所激活的发送列表，用于后续电子电路快速和灵活地响应不同的工作状态。

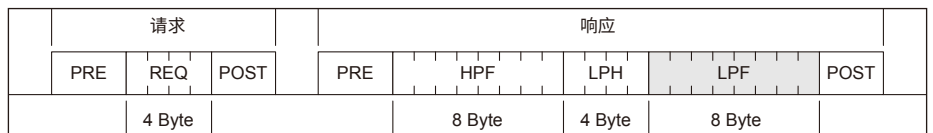
下图为典型的通信周期。在一个完整的通信周期中，必然含白色字段和多达15个可选LPF（灰色）。每一个REQ、HPF、LPH和LPF协议内容都进行CRC（循环冗余校验）检查，确保完整性。

## 后台通信

部分任务，例如从编码器存储器进行读取和写入操作，其时间要求的优先级较低。EnDat 3将这类任务定义为后台通道。后台通信内置在前台通信中，并用前台通信帧传输数据（REQ，LPH，LPF）。因此，后台通道可在控制单元工作周期内读取和写入编码器存储器。但是，后台通道无法处理实时数据请求。

## 总线型工作

EnDat 3不仅支持点到点型工作，还为特殊应用提供总线型工作。在总线型工作中，在请求帧前加入总线请求帧，因此允许多个成员在串行通信周期中发送响应。



通信周期



更多信息：

- EnDat 3接口技术规范

# EnDat 3：通信

## 功能安全特性

EnDat允许在高安全性应用中使用编码器。依据的标准是：DIN EN ISO 13849-1（原为EN 954-1），以及EN 61508和EN 61800-5-2。这些标准都是根据集成的部件和子系统的失效概率等因素进行高安全性系统评估。这种模块式方法使制造商可以在合格的子系统基础上部署完整的系统。

EnDat 3编码器的功能安全特性能满足安全性达SIL 3级的要求，这是因为：

- 位置值
  - 两路独立的位置值（高分辨率）：Pos1（高分辨率）和Pos2（根据情况，低分辨率）
  - 由安全控制单元比较Pos1与Pos2
- 强制动态采样
  - 周期性地测试编码器中的监测功能
- 出错信息
  - 监测错误bit F1和F2
- 由于黑通道功能，不需要安全的EnDat主单元，因此不属于安全链的一部分
- 运动控制单元和安全控制单元的通信相互分离（例如独立的出错信息）

简言之，就是说：

易于部署，因为采用黑通道通信技术，结合标准化的位置数据格式和对编码器可重新分配的强制动态采样的可选功能。

## 诊断

EnDat提供大量编码器监测功能和诊断功能，且无需其它连线。诊断功能提供有效数据、出错信息和报警信息，这是全套系统达到高可用性不可或缺的功能。

主要亮点：

- 机床使用规划
- 为服务工程师提供现场支持
- 轻松评估编码器的功能冗余
- 简化修复操作中的排故操作
- 生成有用的质量统计数据

为分析编码器功能，周期性地读取编码器的有效数据。有效数据提供有关编码器当前状态和功能冗余的信息。海德汉编码器有效数据的缩放全部相同，因此可用一致的方法进行分析。功能冗余并结合其它传感器数据为高层后续电子电路的状态监测和预防性维护提供基础。

## 系统信息

EnDat提供有关编码器和系统信息（即电子ID标签）：

- 第一次配置编码器所需的全部参数都保存在编码器内。
- OEM厂商或机器设备制造商可将系统参数保存在编码器的存储器中并可用密码保护。
- 在正常工作中，可将系统数据或工艺状态数据，也即工作状态数据保存在编码器内；编码器自己甚至可以获取工作状态。

## 访问控制

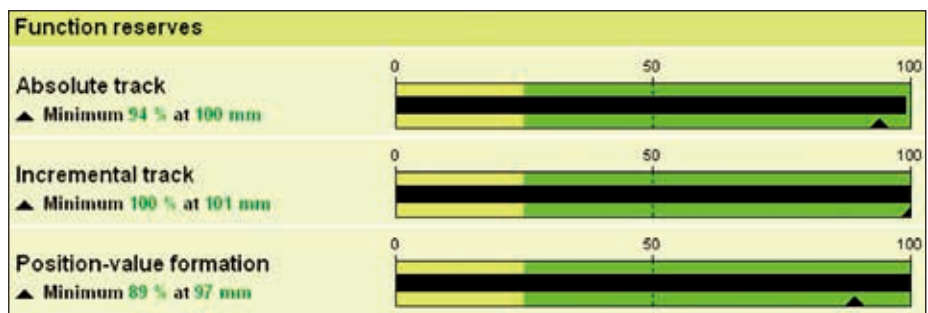
用不同的用户认证等级保护存储区。访问权限等级为OEM1、OEM2和用户。认证中使用32-bit密码。编码器在发货时，OEM1、OEM2和用户存储区中无数据，并用不同的密码保护。

单圈和多圈信息已进行配置并受保护。典型应用：

- OEM1（电机制造商）：单圈已设置和OEM1存储区已写入。已定义密码；OEM1存储区已受保护。
- OEM2（机器设备制造商）：多圈已设置和OEM2存储区已写入。已定义单独密码；OEM2存储区已受保护。
- 用户（客户）：已写入用户存储区。已定义单独密码；用户存储区已受保护。

## 更多信息：

- EnDat 3的功能安全特性应用条件



功能冗余的典型显示

# EnDat 3：连接技术

纯串行EnDat接口的编码器主要使用8针M12和9针M23连接件。这是广泛使用的接头，优点包括：

- 连接成本低
- 接头尺寸小巧，电缆直径细小

由于导线数量少，EnDat 3允许更多种选配，进一步减小连接尺寸并满足应用要求。

## 电缆

长距离高频传输需要技术过硬和高质量的电缆。为此，海德汉特别为这些应用设计开发了专用电缆。因此，我们建议用户使用海德汉电缆。

## 4线技术

4线版用一对导线由主单元为编码器供电，并用第二对导线与编码器通信。

## 2线技术 (HMC 2)

与4线版不同，2线版需要更多硬件。该配置下，后续电子电路通过一对导线，既为编码器供电，又与编码器通信。为此，用频分网络将编码器的供电和数据相互隔离（一路在主单元，一路在从单元）。

## 菊花链模式下的4线总线

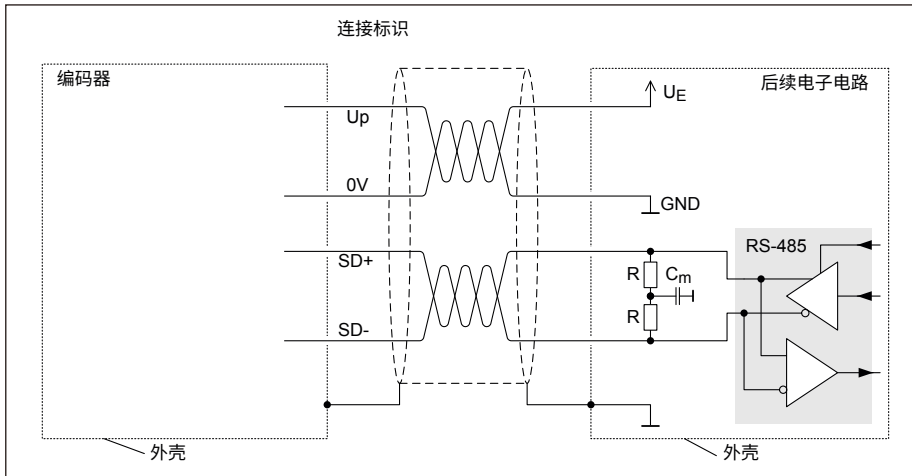
该版编码器用菊花链总线工作。与4线版不同，4线菊花链总线版需要在编码器内另提供收发支路。用附加的收发支路连接总线的下个编码器进行数据通信。4线菊花链总线版也支持4线版。

## 传感器连接盒

用传感器连接盒接入4线版。

## 电源

有关各编码器的供电电压和功率消耗数据，参见其技术参数。对于EnDat 3接口的编码器，推荐使用12 V (±5%) 的供电电压。



4线框图



HMC 2单电缆解决方案：  
可靠连接的标准连接件

## 更多信息：

- EnDat 3硬件技术规范
- 样本：电缆和接头
- 产品信息文档：HMC 6
- 产品信息文档：HMC 2

# EnDat 3接口的产品范围

## 已上市的旋转编码器和连接技术：

- 小型电机的ECI/EQI 1100感应式旋转编码器
- 大型电机的ECI/EQI 1300感应式旋转编码器
- M12或M23接头的HMC 2复合电机电缆



## HEIDENHAIN

约翰内斯·海德汉博士（中国）有限公司  
北京市顺义区天竺空港工业区A区  
天纬三街6号（101312）

☎ 010-80420000

FAX 010-80420010

Email: sales@heidenhain.com.cn

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

### 有关应用的进一步信息：

“实施指南”全面介绍有关可用的文档及其内容并提供实施帮助。

我们非常高兴地为为您提供以下EnDat 3技术规范，欢迎来电索取：

- EnDat 3接口技术规范
- EnDat 3硬件技术规范
- EnDat 3的功能安全特性应用条件
- EnDat 3主单元说明
- EnDat 3应用说明

为查看“实施指南”和提交查询，请访问[www.endat.de](http://www.endat.de)网站