

美国 MicroE 微光栅编码器在直线电机及直接驱动领域的应用

摘要：随着直线电机和直接驱动技术的发展，直线电机及直接驱动技术已经广泛应用于电子生产设备和精密数控机床领域。其低惯性矩、高加速度、高速度的特点提高了电子生产设备的生产效率，满足了从晶圆到集成电路以及 PCB 组装日益增长的生产需要。

传统的光栅编码器在数控和伺服领域得到了广泛的应用，但在直线电机和直接驱动领域受到了来自美国 GSI 集团公司 MicroE 光栅编码器的挑战。MicroE 光栅编码器具有抗电磁干扰能力强、高速度、小尺寸和使用灵活方便的优势，近年来在直线电机和直接驱动应用领域被广泛采用。

MicroE 光栅编码器采用独特的光学系统，应用了大规模集成电路和 FPGA 技术，配合先进的软件算法，使其在同样分辨率的情况下做到尺寸最小，重量最轻，速度最快，安装误差要求最低；配合 MicroE 公司提供的 PC 端软件，客户可以自己定制编码器的分辨率和工作频率，方便了在不同场合的应用，减少库存要求；MicroE 编码器另一个显著的特点是同一读数头可以读取不同类型的光栅，适应金属和玻璃光栅，圆形和直线光栅通用。

本文从几个典型设备的应用，介绍 MicroE 光栅编码器与直线电机配合使用的特点和效果。包括 IC 封装测试设备、PCB 贴片设备、激光加工设备等领域。

关键词：直线电机、光栅编码器、MicroE、……

1.引言

直线电机和直接驱动技术在机电设备上的应用越来越广泛，目前在数控机床、精密测量、激光加工、晶圆制造、IC 封装测试、PCB 组装等设备领域都能找到典型的范例。由于这类设备对速度、加速度和精度的要求按照摩尔定律的模式上升和提高，旋转伺服电机加丝杠的控制模式已经不再适应其需要，取而代之的是直接驱动电机加直接反馈的模式。

作为直接驱动电机系统的直接反馈装置，光栅编码器发挥了重要作用。与其它的反馈装置相比较，光栅编码器无论在性价比还是在易用性等方面都有很大的优势。

对于采用直接反馈的直接驱动系统，一般来说对反馈装置都会有以下几方面的要求：精度和速度根据设备要求变化、安装难易程度越简单越好、尺寸尽量小一些、抗污染能力更强、库存少、价格有优势等等。从应用的角度，美国 GSI 集团 MicroE 光栅编码器在这些方面可以很好的满足要求，在很多使用直线电机和直接驱动的场合得到广泛应用。MicroE 光栅编码器最高运行速度 7.2 米/秒，最高分辨率 1.2 纳米可以满足高精度高速度应用；独有的可编程特性可以由用户现场改变分辨率和频率，配置灵活，可以有效地减少设计工作量和库存；微型尺寸占用最少的安装空间，方便地嵌入到运动系统之中；具备最宽泛的安装误差，有效减少安装调试的时间；部分型号同一读书头可以选配金属尺带式光栅或玻璃光栅，圆光栅或直线光栅的特性，使得 MicroE 光栅的应用范围更加广泛，灵活配置，大大减少库存品种和数量；智能化的 PC 端软件为编码器的安装调试、性能评估和故障诊断提供了便利。

2. MicroE 编码器产品特点

自上世纪九十年代起，美国 MicroE 系统公司的精密光栅和运动控制产品开始在硬盘生产、电子设备等领域得到重视和应用。到目前为止，其光栅编码器产品已经行程完整的系列，可以满足众多领域的需要，促进了直接驱动和直接反馈技术的发展。

MicroE 光栅产品采用了 PurePrecision 光学结构，拥有多项专利技术（图 1）。该项技术保证 MicroE 编码器周期高倍差补细分情况下信号的高强度和准确性，使其细分倍数可以达到 16384；而且测量范围大，对安装调整公差要求很宽松；实现了编码器读数头的微型化。

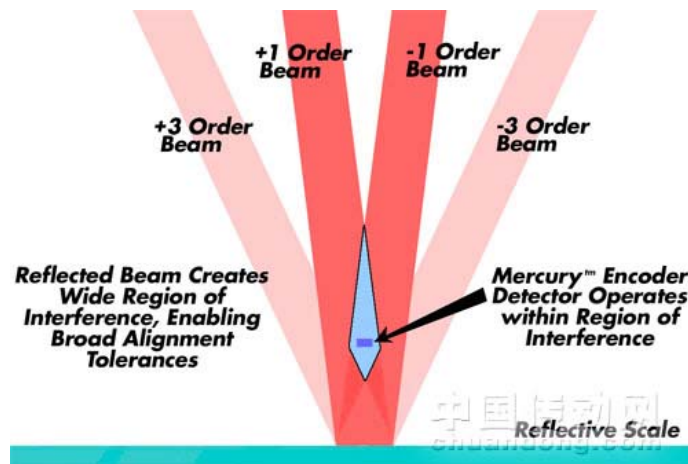


图 1 PurePrecision 光学结构

MicroE 编码器独特的可编程功能对工业控制，尤其是多品种、小批量的工业设备生产带来了很大的好处，可以有效地减少设计工作量，减少库存品种和数量。其可编程特性主要体现在可以对编码器信号进行规定范围内的整数倍细分，如 M2000 编码器可以 4 到 256 倍细分，MII4800 编码器可以 4 到 16384 倍细分，客户可以根据控制系统的要求、设备精度指标以及工作速度的要求优化选择分辨率，不需更改设计和编码器的选型；信号输出的频率可以根据运动控制器或信号采集设备的接收能力分档次控制，保证输出信号的可靠性。

这些功能得益于 MicroE 的 SmartPrecision 电子放大器专利设计技术。该技术特有的自动增益调整和可编程特性，不仅使 MicroE 编码器配置灵活，而且保证在高加速度和高速运动的场合能采集到足够强度的位置信息，并自动调整信号的增益，从而有很好的速度-分辨率比率关系。如图 2，是 MicroE 编码器与其它品牌的光栅编码器的速度比较，可见 MicroE 编码器更适合高速应用的场合。直线电机和直接驱动系统的快速性使 MicroE 编码器与其广泛配套成为可能。

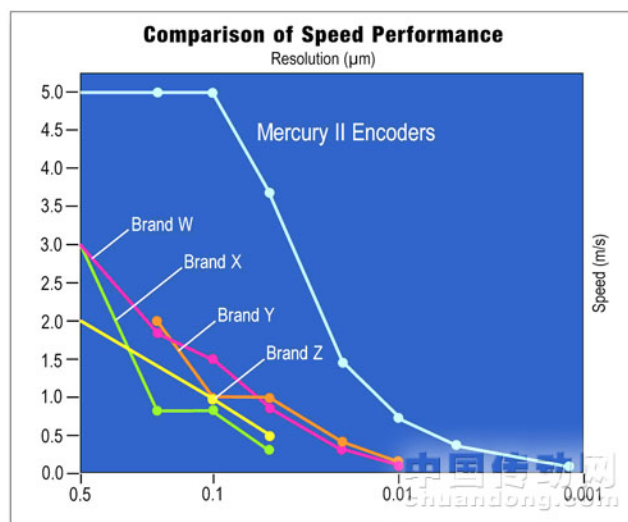


图 2 MII 系列编码器速度/分辨率特性及与其它品牌产品的比较

其 MII 系列编码器（图 3），分为数字输出、模拟输出和可编程三个子系列，主要特点是配置灵活，应用范围宽，抗干扰能力强。尤其是 MII4000 可编程系列编码器线性分辨率从 5 微米到 1.2 纳米，旋转分辨率达到每圈 268 兆脉冲输出，细分倍数从 4 到 16384 可编程控制；使用同一个读书头，不仅适合线性或圆形光栅，而且可以选配玻璃光栅或金属尺带光栅，适合各种精度要求的应用。MII1600 数字输出和 MII1900 模拟输出编码器，性价比高，

适合多种工业设备的需求。



图 3 MII 系列光栅编码器

MII 光栅编码器所采用的金属光栅尺可以在 30 米的范围内任意裁切，其宽度和厚度分别为 6 毫米和 0.3 毫米，可以方便地直接粘贴在工件表面。

MII 编码器另外一个显著的特征是采用了光学零位和左右限位。零位和限位都可以直接贴在光栅尺长度方向的任意位置，不占用任何空间，而且有很高的精度。对 MII 可编程光栅编码器而言，零位信号的精度达到 1 个分辨率宽度，可以双向定位。



图 4 粘贴式光学零位和限位



图 5 与其它品牌光栅零、限位结构方式的比较

MicroE 的 Mercury 系列和 ChipEncoder 编码器尺寸更小，品种齐全。不仅有可编程编码器，模拟和数字输出编码器，还有真空编码器和双路输出编码器。

真空编码器适用于 10⁻⁸ 托的真空环境，读数头尺寸只有 20.6x12.7x5.7 毫米，与 Mercury 其它编码器的尺寸相同。其信号处理系统以及调试软件和其它 Mercury 编码器通用，既有数字输出的型号，也有可编程型号。



图 6 Mercury 真空编码器

双路输出编码器专为高精度圆形光栅定制，可以实现两路编码器信号的即时处理。两路编码器信号可以叠加、差分后输出，消除测量误差；也可以分别输出。



图 7 双路输出编码器

3. MicroE 编码器应用实例

美国 GSI 集团 MicroE 公司的光栅编码器产品在直线电机和直接驱动领域的应用及其广泛。在半导体和电子制造设备、工业自动化和机器人、运动控制子系统、医疗仪器设备、精密测量设备以及航空航天工程等行业得到越来越广泛的认可。

3.1 数据存储

硬盘存储容量的限制在 TPI 栅的密度。目前硬盘单片存储量已经超过了 200G，而十年前仅有几百兆。正是 MicroE 公司的光栅编码器和直接驱动伺服系统带来此革命性的进步。

现在全世界 85% 以上的硬盘制造商的生产线上使用 MicroE 公司精密定位产品，取代了原来使用激光干涉仪定位的方法。提高了精度和效率。如图 8，蓝色区域表示 MicroE 产品在硬盘生产领域所占的市场份额。

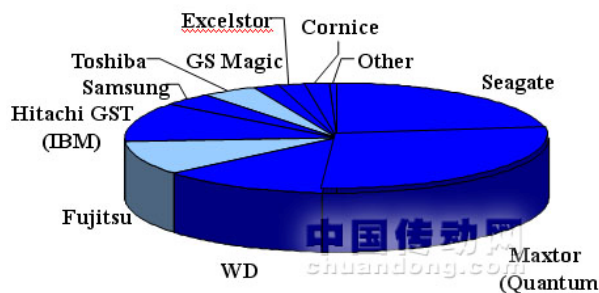


图 8 MicroE 精密定位产品在硬盘生产领域的应用范围

3.2 封装测试设备

封装测试设备中粘片机、焊线机、植球机等设备对运动速度和精度的要求很高。例如焊线机已经达到 0.8 微英寸的间距要求，焊线速度达到 20 线/秒以上，而且还在按照每 18 个月产能提高 15% 的速度发展。一些传统的光栅编码器已经不能满足速度和精度的需要。

MicroE 编码器成功应用于多款自动焊线机设备，实现在 Z 轴 200G 高加速度应用，满足高抗 EMI 电磁干扰性能的要求。

MicroE 编码器还广泛用于该类设备的 XY 平台，上下料平台，与专用的直线电机配套使用。

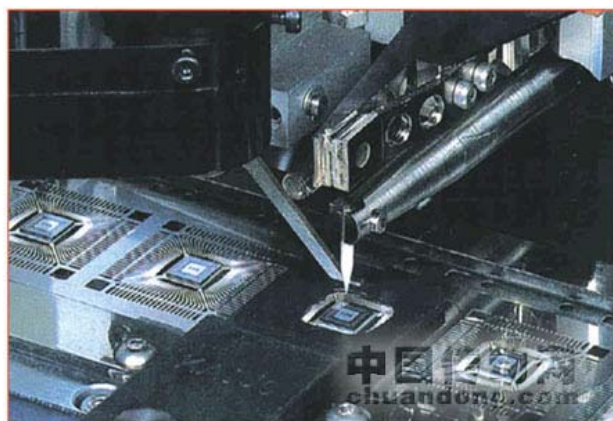


图 9 自动焊线机 Z 向运动结构（200G 加速度）

3.3 CMM 测量机

近年来三坐标测量机也向便携方向发展，代表性的产品有 Faro 和海克思康等产品。这类便携产品采用机械手式设计，用旋转运动代替直线运动，要求编码器的在满足精度要求的前提下尺寸要尽量小。MicroE 编码器尺寸小，结构紧凑的特点在该领域得到很好的发挥。



图 10 便携式 CMM 测量机

3.4 直线电机子系统

以上的应用实例大多采用了直线电机或直接驱动电机，但都是集成在设备当中，没有直观的感觉。下面为直线电机与 MicroE 编码器配套使用的运动控制子系统的实例，感觉上更直观。这些产品可以直接作为最终产品使用，也可以为设备生产厂配套。

3.4.1 直线电机扫描系统

该系统发挥 MicroE 编码器尺寸小，速度快，耐电磁干扰的特点，将电机、导轨、编码器有机地集成在一起，做成直线运动模块，体积小，重量轻，速度快。应用于激光生产设备，

直接替代原有的丝杠驱动扫描系统，提高了速度和稳定性，降低噪音。



图 11 直线电机扫描系统

3.4.2 直线电机多轴运动平台

采用直线电机和 MicroE 编码器组成的多轴运动系统，可以有多种结构形式，有 XYZ 正交，龙门式，XYZ[⊙]等；还可以采用各种导轨和支撑形式，如 LM 滚动导轨、空气轴承、磁悬浮等。总之可以构成各种形式各异的直线电机多轴系统。

图示是一个龙门式结构的设计实例。该平台可以用于贴片机、印刷机、点胶机等电子生产设备，提高生产效率和精度。



图 12 龙门式直线电机运动平台

4.小结

目前，直线电机及直接驱动技术已经广泛应用于电子生产设备和精密数控机床领域。其低惯性矩、高加速度、高速度的特点提高了电子生产设备的生产效率，满足了从晶圆到集成电路以及 PCB 组装日益增长的生产需要。美国 GSI 集团公司 MicroE 光栅编码器具有抗电磁干扰能力强、高速度、小尺寸和使用灵活方便的优势，近年来在直线电机和直接驱动应用领域被广泛采用。

MicroE 光栅编码器与直线电机系统配套使用，使运动系统在同样分辨率的情况下做到尺寸最小，重量最轻，速度最快，安装误差要求最低；配合 MicroE 公司提供的 PC 端软件，客户可以自己定制编码器的分辨率和工作频率，方便了在不同场合的应用，减少了库存要求。