



直线电机

ETEL

关于ETEL的直线电机

过去20多年来，直驱的直线电机显著提高众多应用的工作性能，包括大量高科技行业应用。今天，直驱技术已成为满足现代化机器设备对高生产力、高精度和高动态性能要求的先进解决方案。

直驱系统的基本含义是负载与电机直接相连；也就是说电机“直接驱动”负载。更高的刚性和更紧凑的结构只是直驱技术的部分突出优点。除高动态性能特点外，直线电机还能降低拥有成本、简化设备结构和避免磨损和减轻维护。

自1974年创立以来，ETEL公司始终全力专注于直驱技术的开发。ETEL拥有众多创新技术和获专利的设计，并不断优化产品设计，为用户提供无与伦比的推力效率。

直线电机优点

采用直线电机技术的主要优点：

- 高动态性能
- 高精度
- 优异的速度控制
- 超紧凑的结构
- 更长的平均无故障时间 (MTBF)
- 更低维护需求

有关这些优点的详细信息，请见后面的介绍。



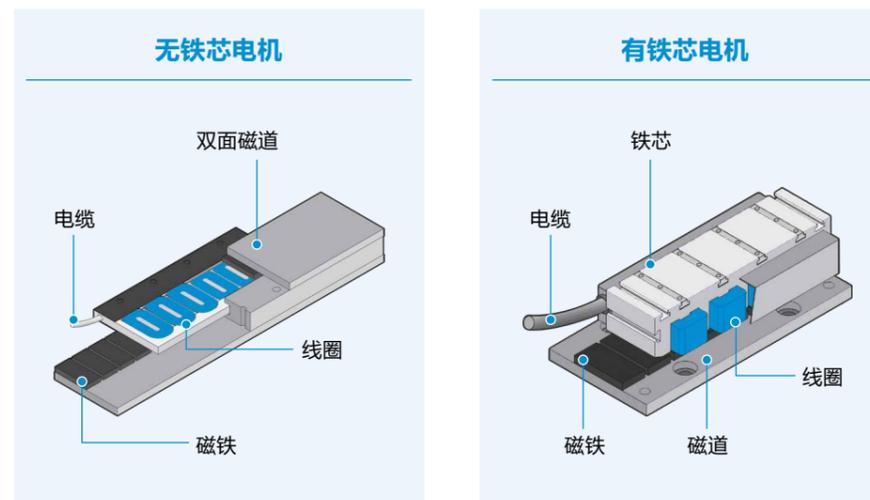
什么是直线电机？

直线电机是一种特殊类型的无刷同步伺服电机。该电机类似于力矩电机，但直线电机是敞开的扁平形状。通过线圈绕组（初级部分）与永磁体（次级部分）间的电磁相互作用，电能高效率地转换成直线运动的机械能。初级部分的常用名有电机、运动件、滑台或滑架，而次级也称为磁道或磁路。

由于直线电机在低速甚至是静止时也能产生大推力，因此其规格不是基于功率而是主要基于推力，这与传统的驱动系统不同。

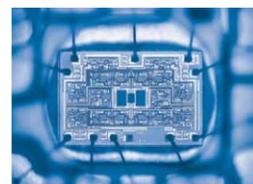
直线电机的运动件直接连接机器的负载，结构紧凑，能简化机器结构设计，无反向间隙，也不存在可能失效的部件，例如滚珠丝杠、联轴器、皮带或其它机械传动件。最后，运动系统的带宽更宽和刚性更高，因此高速运动时拥有高精度和高重复定位精度。

无框的直线电机没有外壳、轴承、测量系统，因此机器制造商可以根据应用要求灵活选择最适合的其它部件。



应用领域

以下是直线电机成功应用的部分行业举例，直线电机为这些行业的客户提供突出竞争优势。



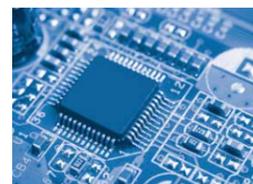
圆晶和内核级封装



过程控制



光刻



测试和控制设备



贴片机



平板显示器 (FPD)



光伏



光学



冲压 / 激光切割



医疗器械

为什么选择直线电机？

降低拥有成本

由于负载直接连接电机的运动件，不需要任何机械传动件，例如丝杠、正时带、齿轮齿条和蜗轮驱动等。不同于有刷电机，直驱系统的运动件之间没有接触。因此，不存在机械磨损，可提供更高可靠性、更长使用寿命。又由于机械零件少，因此能最大限度地减少维护，降低系统成本。直驱系统是高效和有效的无齿轮系统，适用于复杂的运动系统。

易于安装

ETEL的直线电机规格齐全，几乎能适应任何应用要求。ETEL提供丰富的标准化产品，包括无铁芯和有铁芯的直线电机。无铁芯和有铁芯直线电机各有其优点：

- 有铁芯直线电机结构紧凑，易于集成在机器中。其结构非常紧凑，单位整机尺寸的推力最大。
- 无铁芯直线电机的形状更扁平，因此机器制造商能更灵活地安排电机在机器中的布局。此外，无铁芯电机没有推力波动且运动质量非常小。

动态性能

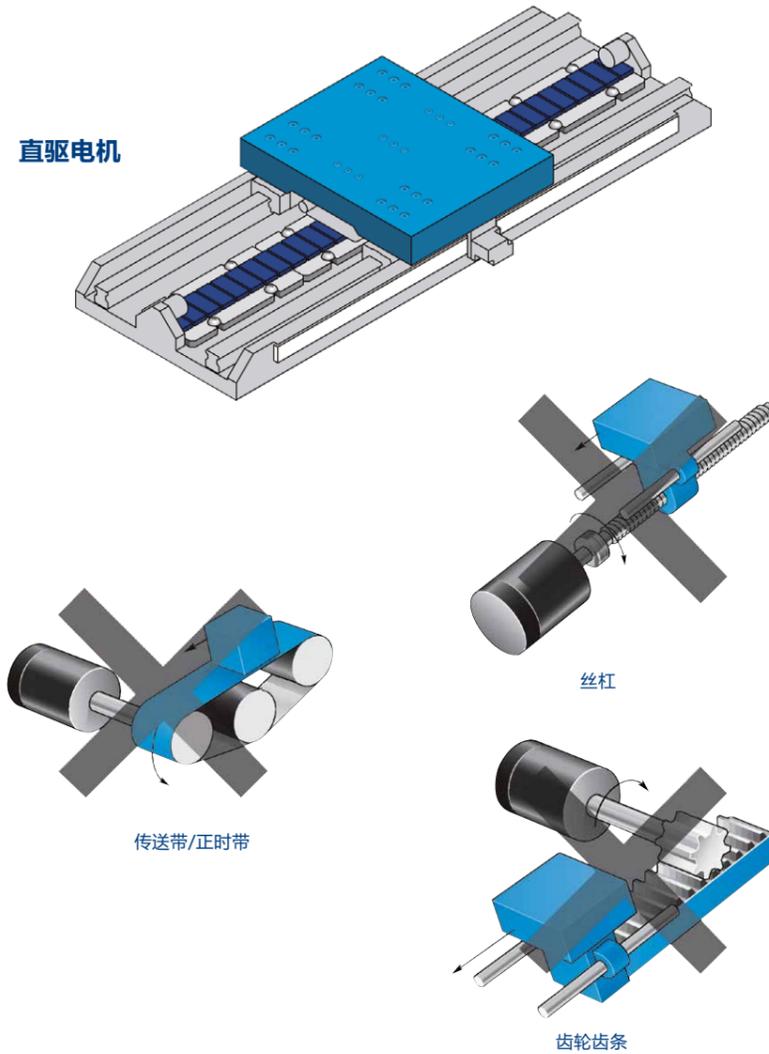
直线电机的应用对动态性能有多方面要求。根据系统的特定负荷周期，峰值推力和最高速度决定电机的选型：

- 有效负载较小但需要较高运动速度和加速度的应用，通常选用无铁芯直线电机（因为没有铁芯，因此运动件重量小）。由于没有吸力，无铁芯直线电机优选搭配气浮轴承，速度稳定性优于0.1%。
- 有铁芯直线电机的单位整机尺寸推力较大，铁芯增强磁场强度。由于这些电机的连续推力较大，非常适用于高负荷周期的中等和高动态性能的应用。

更宽的力速范围

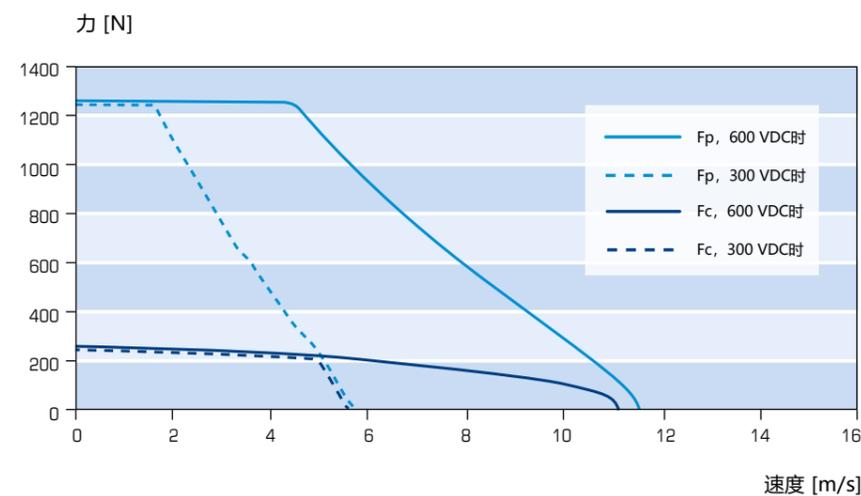
直驱的直线电机在整个运动速度范围内都提供大推力，从零速或低速到高速的整个范围。

直线电机可达到很高的运动速度（最高速度达15 m/s），但由于涡流损失的限制，有铁芯电机在高速时影响推力。直线电机的运动速度控制非常平稳，速度波动很小。直线电机在整个速度范围内的性能，参见对面页的力速曲线。



推力与速度比：

LMG10-070-3QB



为什么选择ETEL？

技术优势

ETEL专有的铁芯结构提供业内高效率的直驱直线电机。特别优化的设计确保更高推力密度及更小推力波动。

高性能

ETEL的完整直驱解决方案包括ETEL运动和位置控制单元，共同提供更高系统性能。全部ETEL解决方案均具有高度一致化的结构设计，简化机器制造商在机器内的集成。客户也可以更专注于自己的核心竞争力和核心技术，由ETEL提供专家级的运动系统技术（更多信息，参见第8页）。

直驱技术

30多年专注于直驱技术，ETEL的高素质工程师团队为客户提供宝贵的技术资源。从初期设计到机器调试，ETEL为客户提供精细的支持。

高质量

高质量的产品源自先进的开发技术和严格的质量控制程序。ETEL电机全部在瑞士生产并采用严格的质量标准。

易于集成

ETEL的直线电机兼容众多控制电子系统，因此易于集成为直驱系统。

产品范围

标准电机长度从72 mm到704 mm，峰值推力从90 N到3700 N，ETEL提供市场上品种齐全的有铁芯和无铁芯直线电机。

直线电机

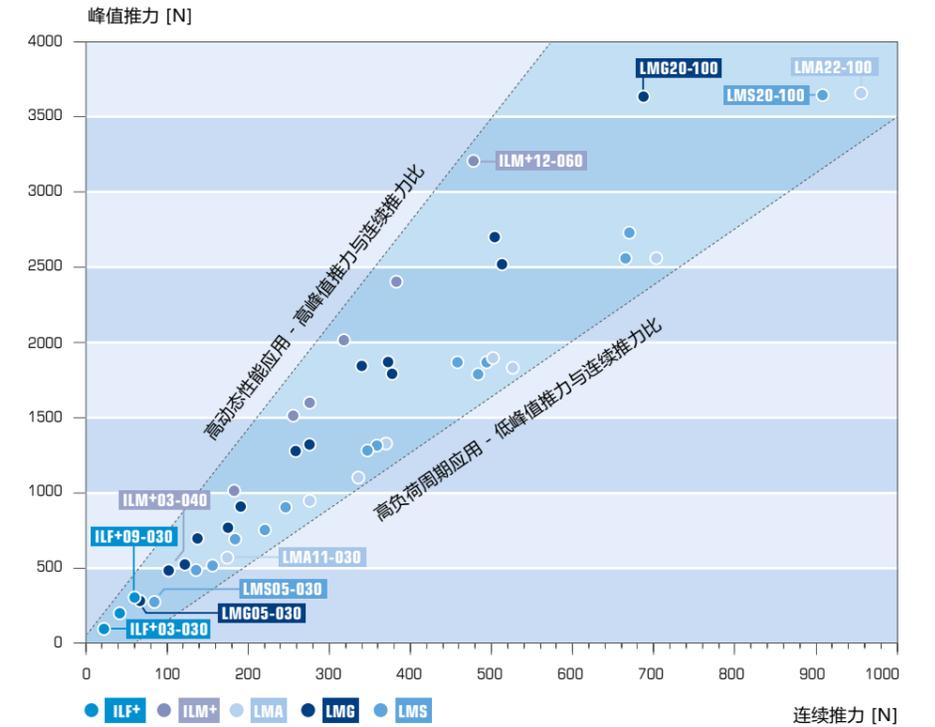
20年来，市场上出现了许多结构的直线电机。但只有少数结构具有实用性、出色的性能和经济性。ETEL始终专注于永磁励磁的扁平同步3相同步直线电机。这类电机占全球工业应用的90%以上。它们可被分为有铁芯和无铁芯电机。

有铁芯电机具有极高的峰值推力密度和理想的热效率，对于温度漂移十分敏感的高精度设备，具有十分突出的优势。LMA是中型电机系列，适合高连续推力应用。LMG是小型电机系列，适合高动态性能应用，具有高峰值推力与连续推力比。如果应用需要更高性能的电机，LMS系列在系统安装方面与LMG十分接近，然而连续推力大约高30%。因此，LMS系列非常适用于高负荷周期轴的应用。ILF+是小型电机系列，适合极高动态性能和较小运动质量的应用。ILM+是大功率版的ILF+。这些电机也具有极好线性特性，可满足苛刻的扫描应用和零吸力、优异的速度稳定性要求。



直线电机产品线

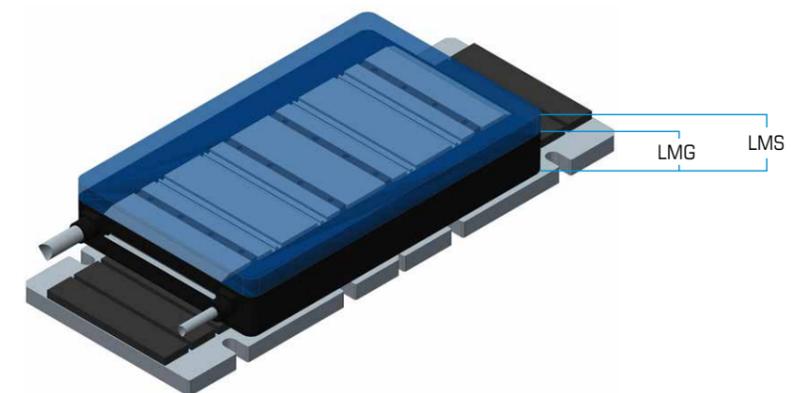
ETEL是业内提供标准化直线电机产品品种齐全的公司。50多种可选型号，几乎满足任何要求。



	性能	产品线	亮点	应用
标准产品	 <p>有铁芯电机</p> <ul style="list-style-type: none"> 速度达15 m/s 加速度达20 g 峰值推力达3650 N 较小推力波动 该类直线电机全部使用相同的MWD磁道 	LMA	<ul style="list-style-type: none"> 高持续推力 适合高负荷周期应用 兼容600 VDC 	<ul style="list-style-type: none"> 圆晶检测系统 贴片机 倒晶封装 / 固晶机 焊线机 PCB打孔机 PCB测试机 平板显示器 医疗器械 通用自动化系统
		LMG	<ul style="list-style-type: none"> 结构紧凑 经济适用 高峰值推力 兼容600 VDC 	
		LMS	<ul style="list-style-type: none"> 结构紧凑 经济适用 较高连续推力 兼容600 VDC 	
标准产品	 <p>无铁芯电机</p> <ul style="list-style-type: none"> 加速度达30 g 峰值推力达3200 N 选配：强制空气冷却 无吸力 无推力波动 	ILF+	<ul style="list-style-type: none"> 中等推力 极小运动惯量 兼容600 VDC 	<ul style="list-style-type: none"> 圆晶检测系统 贴片机 倒晶封装 / 固晶机 焊线机 极高动态性能的多轴系统 PCB测试机 气浮轴承系统 三坐标测量机 光学设备生产 医疗器械
		ILM+	<ul style="list-style-type: none"> 大推力 小运动惯量 兼容600 VDC 	
集成的电机	 <p>ETEL拥有复杂电机的设计能力，例如一体化多轴系统的电机。事实上，我们的电机设计完全满足用户对个别特定形状的要求。我们的设计将为客户提供紧密集成和高性能的运动系统。我们在直线电机和直驱领域的专业技术体现在ETEL的运动系统和专用组件中。</p>			<ul style="list-style-type: none"> 贴片机 倒晶封装 / 固晶机 焊线机 PCB测试机 极高动态性能的多轴系统

LMG与LMS的机械兼容性

LMS系列电机的厚度较LMG系列电机大7 mm，所有其它关键尺寸不变。相应产品间的机械接口相同，也就是说可以“即插即用”地升级。



直驱解决方案

为确保直驱电机的高性能，整个直驱系统中的直驱电机必须满足精度和刚性标准的要求。除电机外，直驱系统的四个主要部件是控制单元、编码器、轴承或设备结构。

控制单元

要确保直线电机的高性能，必须采用极大带宽的全数字控制单元，例如ETEL的AccurET系列位置控制单元。

在直驱系统中，控制单元的精确位置值来自位置测量系统，位置测量系统与负载之间没有传动。由于高质量的位置测量信号，高端控制单元（例如ETEL的AccurET）能以极高的频率进行先进的控制运算。因此，能显著提高轴的运动精度和动态性能。

选择控制单元时，需要考虑的部分主要因素为：

- 高频率的控制环（电流，速度和位置环）。
- 大带宽的电流和位置环（通常分别>2kHz和>100Hz）。
- 高倍频细分的编码器，以确保足够高的速度和位置分辨率。
- 先进的控制算法（前馈的PID，状态空间调节器，观察模式，带阻滤波器）。
- 高级功能：可补偿齿槽扭矩、静摩擦和其他系统可重复现象。

ETEL的直线电机已成功应用于大多数知名品牌的伺服控制单元和CNC数控系统, 包括：海德汉, 西门子, 发那科, 博世, B&R, 科尔摩根和Num。



照片由约翰内斯·海德汉博士有限公司提供

ACCURET

ULTIMET



ETEL的AccurET/UltimET系列控制单元特别适用于许多电子系统和半导体行业的应用，这些应用需要极高的精度，且不允许影响输出功率。特点是：

- 极高位置精度
- 接近于零的稳定时间
- 高动态性能
- 多轴插补
- 实时通信总线
- 等...



更多信息，参见我们的运动控制样本。



编码器

直驱电机对位置信号质量的要求极高。高质量的测量信号能提高被加工件的表面质量，减轻机床结构的振动，消弱与电机转速相关的强噪音和避免增加电机发热。

通常，ETEL推荐使用光学扫描的编码器，以利于直驱轴的精度、速度稳定性和热性能。由于速度编码器与进给机构间没有机械传动，位置编码器必须具有相应的高分辨率才能在低速运动时准确地控制速度。

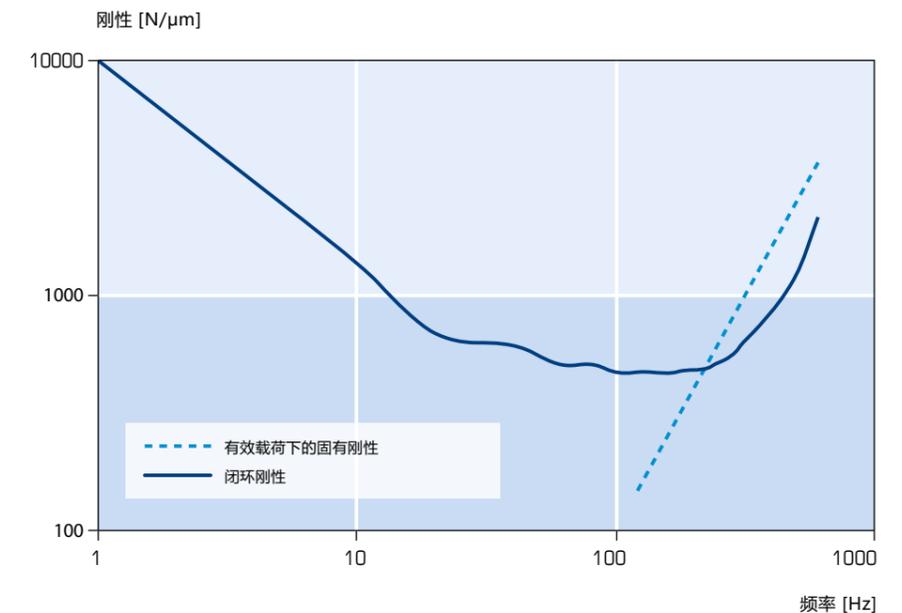
要达到高性能，线数大致需要每极对100线。要达到很高的精度，必须增加线数。超高速应用可能需要较少的线数，以限制信号频率。结合电子系统的细分功能，可达到小于1角秒的分辨率。



照片由约翰内斯·海德汉博士有限公司提供

轴刚性

设备结构的刚性必须引起高度的重视。在大部分应用中，设备结构的共振频率需大于200 Hz。通常用有限元分析进行设计验证。高性能控制环和部件（电机，电子系统和编码器）以及优化设计的机械系统是更高系统刚性的保证。



直线电机选型

为保证系统的高性能，选择直线电机时必须考虑许多因素。本样本简要介绍直线电机选型时需要考虑的几个主要因素。有关计算和规格选型的详细信息，请参见ETEL直线电机手册或请ETEL应用和服务工程师提供帮助。

电机规格选型

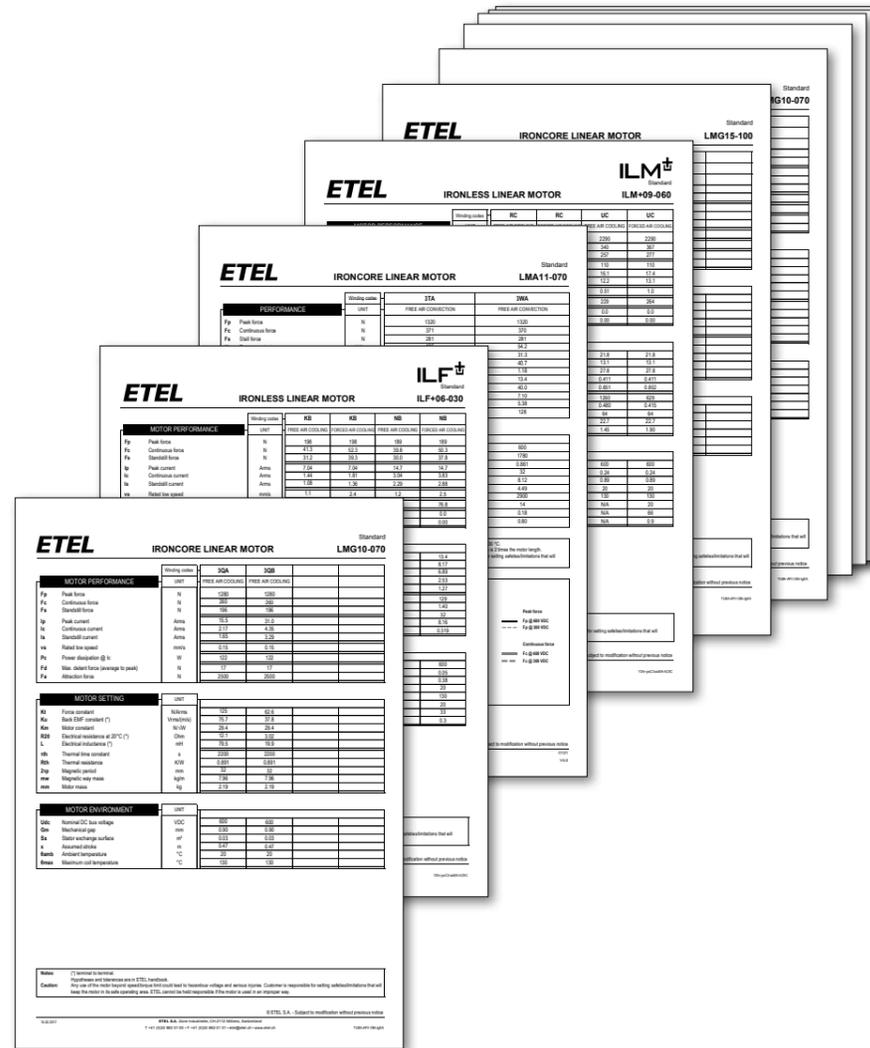
选择直线电机规格的第一步是定义推力和运动的应用要求。用最大需要的加速度和有效负载重量确定峰值推力。然后用周期内每个运动需要的推力确定连续推力。电机功率消耗产生的热决定结构的温度升高。通过计算连续推力和全部其它力源，例如摩擦力、切削力、偏载和外部干扰造成的静力，估算功率消耗。

在一定负载的静止条件下，电机中一相的发热量明显高于其它相，这是因为在全部三相中，功率消耗不均等。为确保这些条件下的稳定工作，应计算静力。个别情况时，磁阻力可能影响速度稳定性，特别是位置控制带宽不足时。ETEL的位置控制单元能补偿磁阻力，满足高精度的应用要求。

ETEL电机提供多种绕组配置。选择绕组时，根据应用的速度要求和电子系统的电压和电流参数进行选择。注意电机的力/速特性与绕组有关。

磁阻力

ETEL获专利的设计和自主技术，以此生产的有铁芯直线电机只有极小的磁阻力。获专利的结构设计中创新地结合敞开放式齿槽、orthocyclic绕组和分数极距结构。该解决方案显著减小磁阻力，避免导致推力密度降低的铁芯磁钢片或磁铁倾斜。此外，特殊的齿形消除个别电机的磁阻力。



电机常数

电机常数Km是比较永磁同步电机相对效率的重要参数之一。它反映产生的推力与功率消耗间的关系。电机的Km值越大，产生推力的效率越高。

Km由电机结构和电机制造决定。这个参数与电机内部结构有关（铜线占空系数，电磁系统设计等）。因此，它比推力常数更能代表电机性能，推力常数Kt (Nm/Arms)是推力与所用电流之比。改变绕组中电线的规格可很容易地调整Kt。匹配电机与伺服放大器时，Kt很有用，但它不能提供电机效率的信息。ETEL拥有获专利的结构设计，因此能显著提高有铁芯电机齿槽的紧密度（提高Kt系数）并减小铜线伸出齿槽的长度（减小电阻损耗）。而且，带来连续推力和热特性的重要改善（Km系数的改善）。

温度因素

电机性能以及整机特性与热传递有密切的关系。与其他任何类型的电机一样，电机工作时都发热。如果没有高效率的冷却系统散热，热将传到设备结构和电机的周围。根据应用要求（精度要求、动态性能、负荷周期），热可能导致设备无法达到其技术性能的要求。因此，在设计初期需考虑发热问题。为便于用户选择正确电机并获得理想的设备性能，ETEL在电机产品介绍中为每一种电机提供推荐的换热面数据。它表示为获得最佳传热效果，电机需要的安装面。该值非常重要并与电机的连续推力（Fc）有密切关系。然而，在将电机安装在设备中后，换热面很可能不同。有两种情况：

- 机器的实际换热面大于推荐值。那么，电机性能将更高。给定负荷周期下的连续推力更大或热量更少。
- 机器的实际换热面小于推荐值。例如，电机与滑台之间增装隔热层，就是该情况。这时，热传递和电机性能都受到限制。

在设备设计阶段，请直接联系当地的ETEL代表，他们将为您提供技术支持。

产品介绍

有关ETEL直线电机信息，参见相应的有铁芯和无铁芯电机产品介绍。其提供每一款标准ETEL电机的技术参数、性能和力-速曲线。有关直线电机的更多信息或下载产品介绍，请访问我们网站：www.etel.ch



集成手册

有关电机选型和集成的更多信息，参见《ETEL直线电机集成手册》，请在我们的网站填写索取单或联系相应的ETEL代表。



ETEL选型工具

ETEL提供功能强大的选型工具，仿真客户的设备工作。帮助用户在特定应用环境下达到最佳性价比。在设备设计阶段，请直接联系当地的ETEL代表，他们将为您提供技术支持。



成功案列

ETEL直线电机在三坐标测量机中的应用

测量机测量是生产过程的最后一个环节，以此确保最终零件符合大批量生产的技术要求。三坐标测量机（CMM）是这种测量中使用的测量机之一，测头沿X-Y-Z轴运动，在工件表面上取点进行恰当的测量，确定偏差是否符合技术要求。由于机械工件复杂性的不断提高，其公差标准也在不断提高，因此三坐标测量机必须满足不断提高的精度等级要求。

ETEL的LMS和LMG系列直线电机已应用于业内首款采用直驱技术的三坐标测量机中的部分机型。ETEL的的直线电机不仅在许多行业应用中使这些三坐标测量机正确地保持亚微米的精度，而且由于缩短了停机时间，提高了产出能力。在三坐标测量机应用中，直驱直线电机最重要的价值是高精度的要求且无磨损零件。与传统的皮带与皮带轮传动的测量机不同，直驱电机的三坐标测量机在多年使用中持续保高性能，犹如新机的性能。

ETEL直线电机在AOI系统中的应用



在许多生产过程中，产品检测是确保最终产品功能和可靠性的重要步骤。ETEL直驱直线电机以高精度和高产能广泛应用于自动光学检测（AOI）系统中。例如，在PCB检测设备中，目标线间距小于15微米，只有将高性能的光学系统与高性能的运动系统结合在一起才能满足高产能的要求。在IC基体检测中，必须控制仅几微米的结构，在芯片级或球栅阵列封装中，基体的结构通常属于该情况。

而且，必须保证在整个表面上达到要求的精度，且不影响性能或设备的产能。高精度的点到点运动和极短在位时间只有采用ETEL的直驱技术才能实现。

用户用ETEL的LMG系列有铁芯直线电机可靠地设计他们的高灵活性设备，在大量AOI检测任务中达到极高的检测灵敏度。ETEL电机的高推力密度使电机的结构设计更紧凑，将工作区最大化和提高整机产能。此外，质量和可靠性是客户采用ETEL产品的两个重要原因，帮助客户确保设备的稳定、免维护和长寿命。

最后，丰富的标准LMG系列电机让用户方便地开发自己的机型，为用户提供稳定的运动系统设计，不断满足变化的技术条件要求。

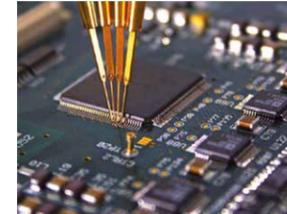


照片由Advance Industrial Measurement Systems (AIMS) 提供



照片由Camtek Ltd.公司提供

ETEL产品在飞针测试机中的应用

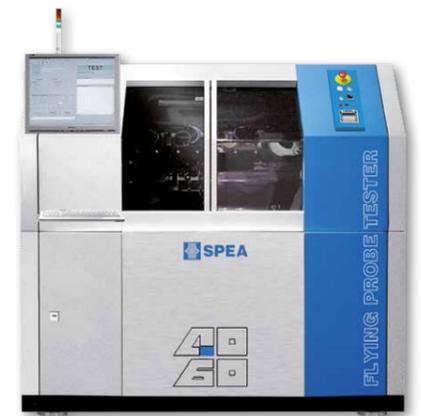


多年来，ETEL不断深耕电子行业，为电子行业提供高性能运动控制解决方案。在飞针测试机的应用中，产能和精度是成功的关键。现在，配ETEL的LMG系列直线电机的测试机的产能在目前市场上达到领先地位 且不牺牲任何精度。图中测试机的主要轴都由ETEL的LMG系列直线电机驱动，该电机提供极高的双端探测运动速度，运动分辨率小于20 nm。ETEL的标准有铁芯直线电机与优化的测试机结构设计共同使这些飞针测试机成为市场上的标杆。

在该应用中，ETEL的位置和运动控制单元为该机提供多达24轴的快速和精确运动控制。ETEL电机与运动控制单元间的紧密配合以及ETEL控制单元的先进功能为这类应用提供超凡卓越的性能。

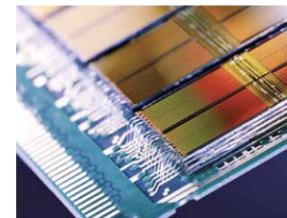
此外，与客户共同开发的定制电机结构将测针的Z轴运动加速度达到15 g。这个特有且全集成的Z轴结构完全满足该应用对高性能和低拥有成本的要求。

最后，这台基于ETEL直驱技术的测试机达到优异的探测精度和产能。其他任何类型的运动技术都难以达到如此高的性能，例如磁阻平面电机或旋转类电机系统。



照片由SPEA Spa提供

ETEL产品在焊线机中的应用



ETEL参与IC生产中的许多重要阶段。从最开始的光刻工艺到最终的贴片机，ETEL提供满足苛刻应用要求、恰当的直驱电机。焊线工序是半导体设备生产中的重要工序之一，在帮助客户实现机器高性能的过程中，ETEL发挥了重大作用。

焊线机型号繁多，在设计运动系统中，主要的技术参数略有不同。然而，速度、精度和可靠性在任何一种设计中都是重要的要求。焊线机行业的许多领先公司都采用ETEL的解决方案确保无与伦比的高性能。

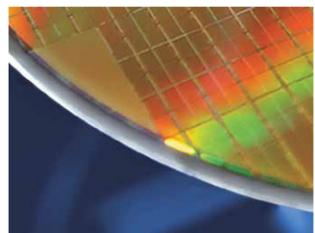
丰富的ETEL直线电机和控制单元充分满足此类高端设备的严格要求。一方面，ETEL无铁芯电机降低其运动质量，显著提高轴的动态性能，最终使焊线机达到焊线的高速度。另一方面，有铁芯电机也用于将推力密度最大化，因此能在一定体积内达到更大的焊区。采用ETEL AccurET控制单元和运动控制技术中先进的功能帮助用户实现微米级的极高精度且不牺牲焊线机的产能。



照片由Hesse GmbH提供

ETEL直线电机在高端运动平台中的应用

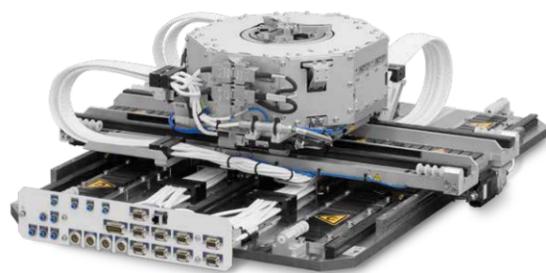
ETEL技术在圆晶检测运动系统中的应用



直线电机技术是先进运动解决方案在半导体行业应用的关键助推器。现在，为满足先进固态电子生产企业的现在及未来需求，定位精度需要达到纳米级。当允许的误差仅为小比例的闸极长度且需要用高动态性能持续提高产能时，ETEL运动解决方案的高可靠性确保用户放心地应用。ETEL提供完整的交钥匙总包解决方案，其核心部件包括直线电机，ETEL特有的价值缩短客户的上市时间和降低拥有成本。无论是应用于生产还是应用于过程控制设备，ETEL以LMG系列直线电机并由UltimET控制单元

驱动的运动解决方案提供先进和完善的功能，拥有同级别产品中的高性能、为系统集成商提供充分的定制能力，且丝毫不影响易用性。

从以下解决方案可见典型要求和达到的性能。7个自由度、加速度达2.5g和速度达1.5 m/s，并保证刀尖处的抖动小于5nm。同级别中的高性能、标准化的占地面积和即插即用的系统连接，帮助许多芯片制造商不断改进其产品和满足市场要求。



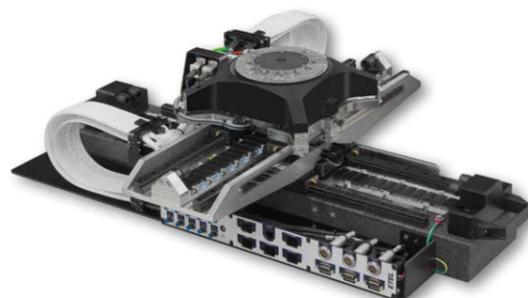
ETEL的XYZ3T[®] 纳米运动系统在圆晶检测系统中的应用

ETEL技术在半导体行业中的应用

半导体行业常常以高质量的要求，有时是苛刻的质量标准为人们所熟知；半导体整个生产周期中需要大密度和大量的产品采样，从基体材料的进厂检测直到封装设备测试的全过程。要完成这些任务，需要使用不同的技术，优选非破坏性的测试，最好是互补的技术以提高受控参数的数量，并提供更丰富和更高质量的数据。ETEL活跃于整个半导体供应链，为该行业提供自主的特有技术，并充分理解客户的需求。要达到高性能，已有技术与运动特性之间存在复杂的关系。从电机起，ETEL不断研发全新和更高性能的解决方案，始终保持市场的领先地位，满足各个层次的最严格要求。以此诞生的完整运动解决方案满足广泛的应用要求，包括从FEOL的高精度到BEOL的大负载的等应用。



例如在大负载应用中，以下产品与亚牛顿的推力控制相结合，快速、轻柔地将纤细的探针接触芯片的电气引脚并控制设备的特性。该解决方案驱动的运动质量达2 kg，加速度达1 m/s，最终的重复精度优于1 μm。



ETEL CHARON2 XYT

ETEL的特殊电机设计在短行程执行器中的应用



ETEL短行程执行器在IC检测设备中应用

许多行业都需要紧密集成的执行器。在这类应用中，执行器的形状是运动系统中最重要的关键技术参数，而常规直线电机常常无法满足这些应用要求。为此，ETEL的电机专家为用户提供高性能与体积比的电机设计。

ETEL开发出大量短行程执行器，满足大量不同的应用要求：例如贴片机、IC测试、飞针测试等。在这些应用中，形状因素是满足这些设备高端直驱运动轴要求的重要因素。采用合适的形状，特别设计的电机并内置轴承和反馈设备。这种紧密集成不仅提供更高性价比，高性能的解决方案完全满足目标应用的要求。

根据运动要求，ETEL的短行程执行器可选不同的电机技术。在这类产品中，ETEL主要采用微型单相有铁芯电机和单相运动磁铁或音圈电机。并已实现极高动态性能（最高加速度达30 g），又由于采用直线光栅尺，精度达到微米级。这些执行器体积小、重量轻，可以免维护地工作数十亿个周期，满足极高的产能要求。ETEL特有的紧凑性、高性能和高可靠性的综合性能是常规技术无法实现的。



结合ETEL短行程执行器与RTMBi系统在高精度转台测试分选机中的应用

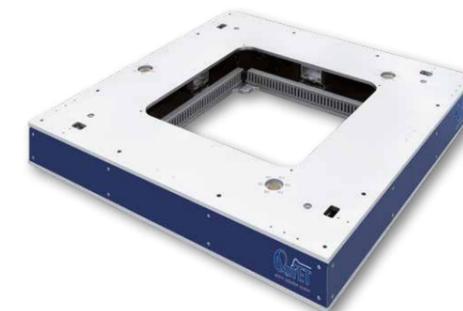
主动避振系统

大多数半导体行业的高端应用设备都十分复杂，需要用一定方式连接运动平台的大理石。在这些应用中，部分应用对工作台的位置稳定性要求十分严格，高达纳米级！因此，大理石的任何振动都将在工艺层导致误差和更长的稳定时间。

QuiET主动避振系统是全新的模块，能消除工作台和地面在6个自由度方向上的振动，避免运动平台上的加工带来扰动。这是因为特别设计的直线电机，在数微米的超短行程上提供较高的推力密度。

结合低噪音传感器和全数字化系统以及以1 Gb TransnET为基础的确定性运动控制系统，QuiET最大限度地缩短运动时间和稳定时间。得益于高达99%的加速度前馈精度，运动工作台产生的振动对大理石的影响不足1%！因此，主动避振系统的大理石质量可较小，整机尺寸可以较小和质量可以较轻，同时整个工艺效果直接受益于更平稳的工作环境。

ETEL的QuiET产品让高效避振从此垂手可得！



ETEL主动避振系统QuiET



公司总部

ETEL S.A.
Zone Industrielle
CH - 2112 Môtiers
Switzerland (瑞士)
T +41 (0)32 862 01 00
F +41 (0)32 862 01 01
etel@etel.ch • www.etel.ch

集团分公司和销售办事处

美国 • info@heidenhain.com
比利时 • sales@heidenhain.be
中国 • sales@heidenhain.com.cn
捷克共和国 • heidenhain@heidenhain.cz
法国 • sales@heidenhain.fr
德国 • tbsw.etel@heidenhain.de
英国 • sales@heidenhain.co.uk
意大利 • info@heidenhain.it
日本 • sales@heidenhain.co.jp
韩国 • etelsales@heidenhain.co.kr
斯堪的纳维亚 • sales@heidenhain.se
新加坡 • info@heidenhain.com.sg
瑞士 • verkauf@heidenhain.ch
台湾 • info@heidenhain.tw
荷兰 • verkoop@heidenhain.nl

其它国家 • internationalsales@etel.ch

代表处

以色列 • comotech@medital.co.il
西班牙 • farresa@farresa.es

ETEL