

力矩电机

ETEL

关于ETEL的力矩电机

30多年来，众多行业采用直驱力矩电机技术显著提高了工作性能，包括大量高技术行业。今天，直驱技术已成为满足现代机器设备高生产力、高精度和高动态性能的先进解决方案。

直驱主要是指负载与电机直接相连，中间无任何齿轮传动机构。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。除高动态性能外，力矩电机还能降低拥有成本，简化机器结构和消除磨损和减轻维护。

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拥有多项创新技术，不断优化产品设计，提供更高的扭矩效率。

力矩电机优点

采用力矩电机技术的主要优点：

- 高动态性能
- 高精度
- 高质量的速度控制
- 超紧凑的结构
- 优异的MTBF（平均故障间隔时间）
- 减轻维护

后面将详细介绍这些优点。



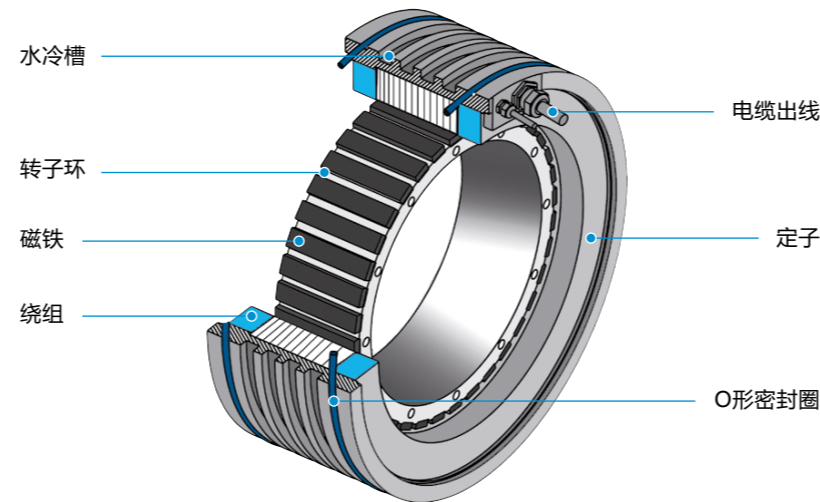
什么是力矩电机？

力矩电机是一种特殊类型的无刷永磁同步电机。由于负载直接连接转子，不需要任何传动件，因此力矩电机属于直驱电机。

力矩电机可被看成是一个卷成圆形的直线电机，或极对数很多的传统伺服电机。因为极对数多，因此常规的力矩电机可在中速运动时提供很高的扭矩。另一个重要特点是结构紧凑，包括窄条硅钢片铁芯和大型空心轴或通孔轴。

与直线电机类似，力矩电机也是一种“无框”电机。也就是说该电机没有外壳、轴承或测量系统。这些部件由机器制造商根据性能要求选择，或成套购买。

力矩电机中速运动时，甚至静止或零速时能产生很高的扭矩。与传统电机不同，力矩电机规格和选型主要取决于扭矩，而不是功率。而且，峰值扭矩决定电机实际可产生的最大扭矩，连续扭矩决定电机能连续提供的扭矩。应用的负荷周期决定对峰值扭矩或连续扭矩的依赖程度。



工业应用

以下是成功应用力矩电机的部分行业，力矩电机为这些行业客户提供了突出的竞争优势。



机械加工



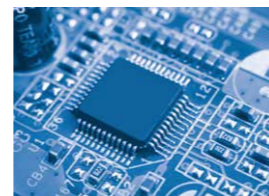
精加工 / 磨削



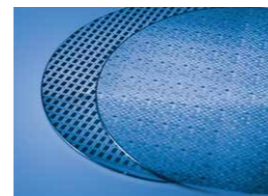
工作台 / 铣头



冲压 / 激光切割



电子



半导体



包装



风力发电机



望远镜



机器人

为什么选用力矩电机?

更低的拥有成本

由于负载直接连接转子，不需要任何机械传动件，例如齿轮箱、正时带、减速器和蜗轮驱动等。与有刷旋转电机不同，转子与定子间无接触，因此没有机械磨损，所以可靠性高和使用寿命长。较少的机械零件也意味着维护要求低和系统成本低。直驱的力矩电机系统是高效率和无齿轮的电机系统。

易于安装

ETEL的力矩电机规格丰富，几乎能适应任何应用要求。ETEL拥有完整的标准化产品线，电机外径从140 mm至1290 mm。由于使用磁铁和小气隙使空心轴或通孔较大，便于用户进行电缆布线，冷却管穿管或其他设备的安装。力矩电机的环形结构最大限度减小所需的安装空间。因此机器设计人员考虑电机与轴承、测量系统和负载位置的安排时拥有更大的灵活性。

动态性能

直驱电机整个系统的控制环可达到非常宽的带宽使直驱电机拥有明显的高动态性能优势。负载和位置测量系统与电机间直接连接的优点是避免非直接驱动机器可能出现的任何限制动态性能的问题。无长期漂移、无弹性和无反向误差的优点特别有利于机器性能和使用寿命。

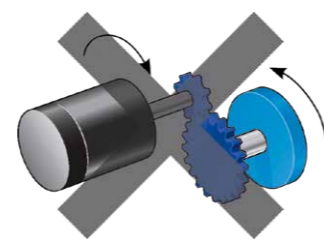
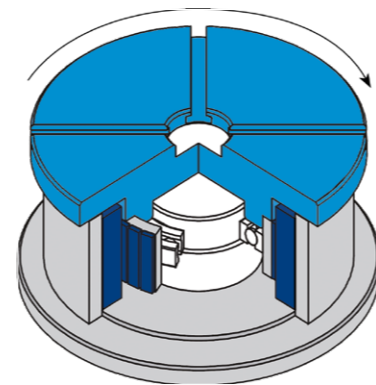
力矩电机满足大量高动态性能的要求。根据系统的负荷周期特点，根据对驱动的峰值扭矩和连续扭矩或两者的要求选择电机。对于短时间内需要峰值扭矩的轻负荷周期应用，通常选用空冷电机，例如ETEL的TML和TMM系列。如果需要较高的连续扭矩，电机温度也将提高。ETEL带液冷功能的TMB+和TMK系列电机提供高效率的温度控制能力，满足苛刻应用对高动态性能的要求。

力-速范围大

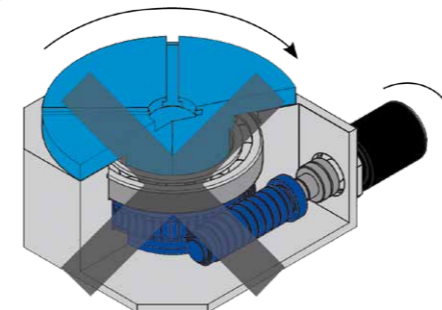
直驱的力矩电机在整个转速范围中都提供大扭矩，包括零速或低速、或高角速度时。力矩电机可达到很高转速（高达5450 rpm），但由于损耗增加而限制电机转速，因此扭矩有一定下降。有关力矩电机在其转速范围内的性能，参见力-速曲线图。右侧为示例图。

力矩电机是整个直驱系统的一部分，此外还包括位置控制单元。高端数字控制单元，例如ETEL的位置控制单元，是专为直驱应用设计的，控制环质量高、能确保系统的高刚性、运动的平稳性和优异的速度控制性能，较小的扭矩波动。

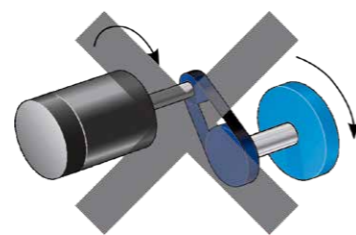
直驱电机



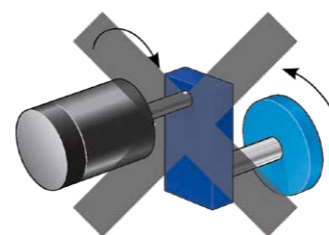
齿轮传动



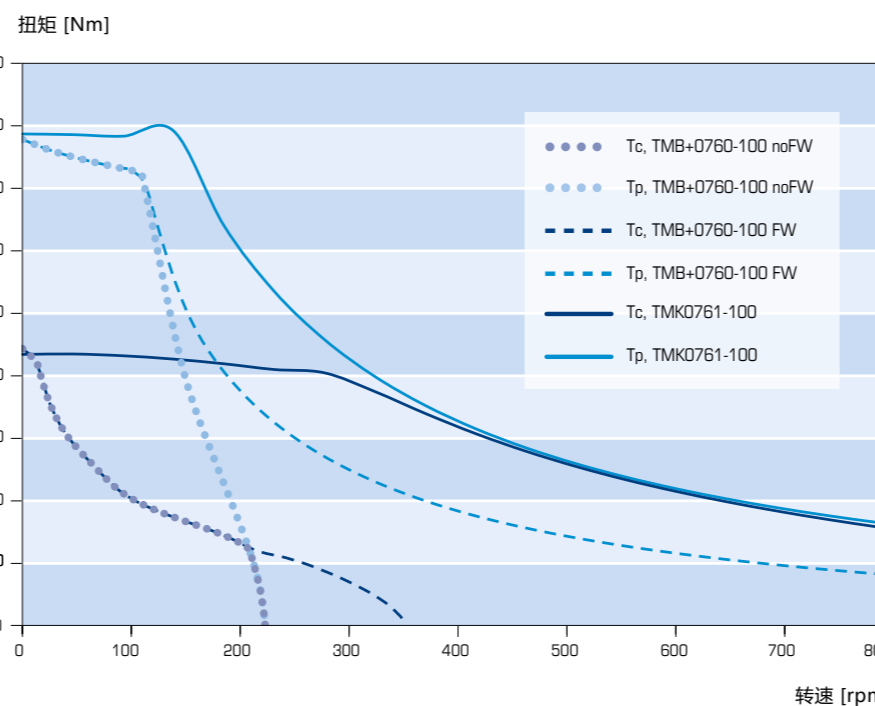
蜗轮



正时带



减速器



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力矩电机。

高性能

ETEL设计的直驱电机是享誉全球的高性能产品。多年来，高端的工业应用都选用ETEL的电机驱动。不懈的研发使ETEL始终保持市场的领先地位。

直驱技术

ETEL公司从事直驱技术已超过35年。除电机技术的专有知识外，多年来ETEL还开发了先进的运动控制技术，包括电子控制系统和全集成的运动系统。我们对整个运动系统的透彻理解使我们能为客户提供恰当的系统，满足客户的要求。

高质量

ETEL采用现代化的开发技术和完整的检验程序确保最终产品的高质量。ETEL电机全部在瑞士并按照最高质量标准生产。

易于集成

ETEL力矩电机与很多家控制系统兼容，因此易于集成为直驱系统。

产品范围

标准电机直径从140到1290 mm，峰值扭矩从38至42900 Nm，ETEL提供市场上更丰富的力矩电机。

大部分ETEL力矩电机可选带或不带水冷槽。而且提供不同类型的绕组，满足用户的特定应用要求。

力矩电机

ETEL是业内提供标准化力矩电机产品品种更全的公司。100多种型号，几乎能满足任何要求。ETEL也积极开发定制电机，满足客户的特殊应用要求。

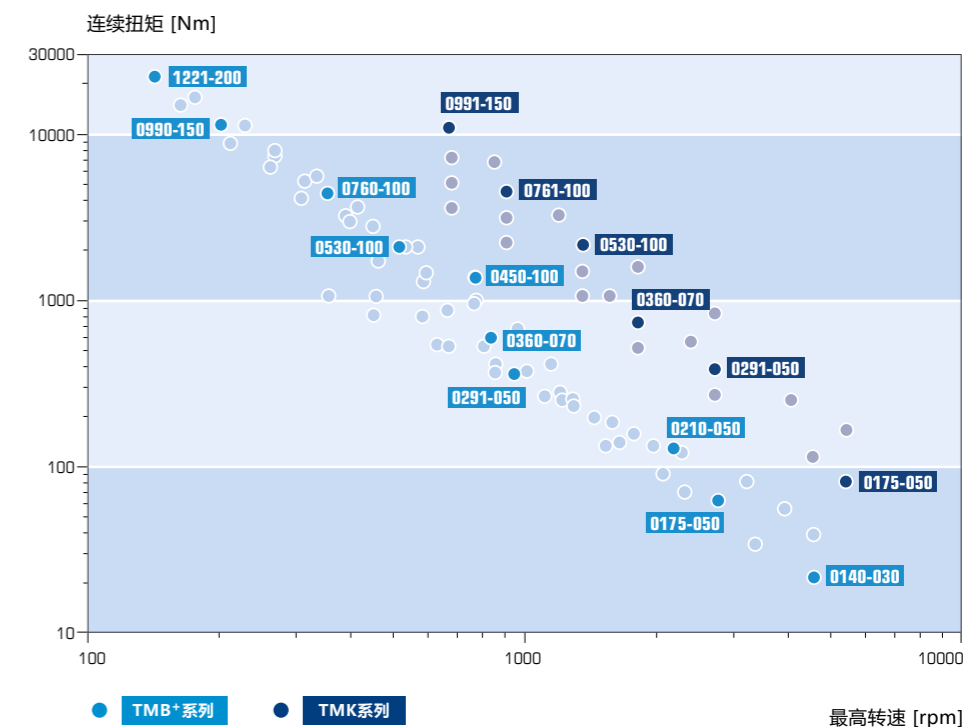
ETEL的TM系列电机是业内常用的有铁芯无框力矩电机。该电机采用强磁磁体，因此该电机的扭矩大、加速度大，同时拥有最小化的电机尺寸。ETEL的最新TMK系列力矩电机采用“嵌入式磁体”技术，进一步提高性能。

TMB+系列电机现已成为工业客户首选的力矩电机系统。这个最新产品线采用高精度定子，提供极高的持续扭矩，如果使用液体冷却，能极大地控制温度。对于更高要求的应用，TMK产品线独特的转子结构使该系列电机提供显著优于TMB+系列电机的更大扭矩和更高转速。此外，TML系列电机适用于高性能、高性价比、要求不太高的应用。所有力矩电机产品线全部采用ETEL专有的铁芯结构，提供无与伦比的扭矩效率和拥有极小的扭矩波动。



力矩电机产品线

ETEL提供多种扭矩和规格的标准化力矩电机。



	特点	型号	亮点	应用
永磁同步力矩电机 常规力矩电机	 <ul style="list-style-type: none"> • 外径达1290 mm • 大空心轴，达1070 mm • 有效长度达200 mm • 峰值扭矩达42900 Nm • 最高额定转速达4590 rpm • 每种直径四种不同绕组 • 开放式和封闭式冷却版 	TMB+	<ul style="list-style-type: none"> • 60多种标准规格 • 600 VDC总线电压 • 极高连续扭矩 • 极高峰值扭矩 • 符合弱磁条件 • 较低扭矩波动 • 满足最苛刻的应用要求 	<ul style="list-style-type: none"> • 高速铣削 / 回转工作台 • 高精度加工中心 • 磨削 / 精加工机床 • 镗削 / 钻削 / 攻丝机 • 铣头 • 连续生产线 • EDM • 激光 / 超声加工机床 • 冲压机 • 车床 • 分度工作台 • 电子芯片检测设备 • 贴片机 • 高端印刷 / 扫描机 • 包装设备 • 运送系统 • 复合材料加工 • 望远镜
	 <ul style="list-style-type: none"> • 外径达581 mm • 大空心轴，达420 mm • 峰值扭矩达4990 Nm • 最高额定转速达2600 rpm • 无水冷槽 • 无框电机 	TML TMM	<ul style="list-style-type: none"> • 两种固定方式 (TML和TMM) • 600 VDC总线电压 • 极高峰值扭矩 • 较低扭矩波动 • 重量轻 	
 <ul style="list-style-type: none"> • 外径达1050 mm • 大空心轴，达800 mm • 峰值扭矩达20800 Nm • 最高额定转速达5450 rpm • 水冷槽 	TMK	<ul style="list-style-type: none"> • 高性能的高速铁心力矩电机 • TMK定子 (达\varnothing530 mm)，兼容TMB+系列的机械尺寸 • 600 VDC总线电压 • 连续扭矩比TMB+系列提高达30% • 极高峰值扭矩 • 转速比TMB+系列提高达8倍 • 符合弱磁条件 • 较低扭矩波动 		

封闭式冷却TMB+

全部TMB+都可选配冷却水套。冷却水套由精确安装的金属套管组成，确保冷却液的密封性能，相同力矩电机的工作性能达到传统“开放式冷却”安装方式的工作性能。两款冷却水套满足任何机器的结构要求：径向或轴向进水/出水口。



径向封闭式冷却TMB+



轴向封闭式冷却TMB+

全新冷却系统为直驱力矩电机提供更高附加值，轻松适用于更多应用，结构更紧凑，缩短上市时间和降低成本。带冷却水套的TMB+采用方便的“壁式安装”方式，简化传统伺服电机的更换操作，提高运动轴性能。

直驱系统

为确保直驱电机的最佳性能，整个直驱系统中的直驱电机必须满足精度和刚性的标准要求。除电机外，直驱系统的四个主要部件是控制单元、编码器、轴承或机器结构。

控制单元

高性能的力矩电机必须采用大带宽的全数字控制单元，例如ETEL的AccurET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的现象。

ETEL的力矩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。



ETEL的AccurET/UltimET控制单元产品线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，而且不能影响输出功率。特点是：

- 高位置精度
- 接近零的稳定时间
- 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提出极高的质量要求。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电机发热的增加。

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。

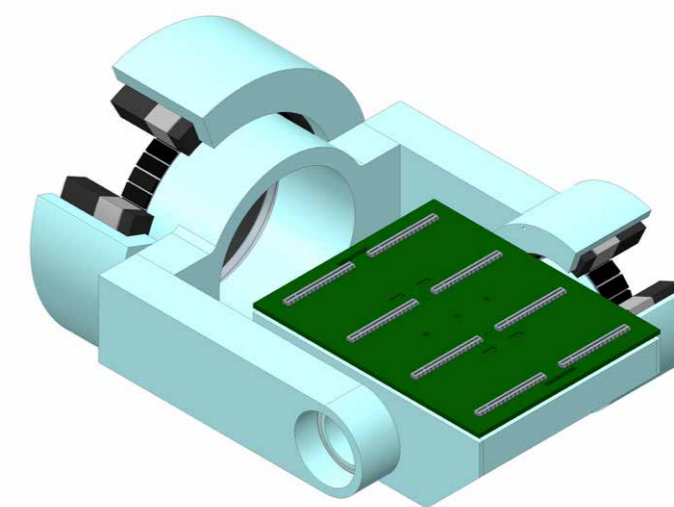
要达到高性能，线数大致需要每极对100线。要达到很高的精度，必须增加线数。超高速应用可能需要较少的线数，以限制信号频率。结合电子系统的细分功能，可达到小于1角秒的分辨率。



照片由约翰内斯·海德汉博士有限公司提供

ETEL电机在MEMS传感器测试设备中的应用

ETEL电机广泛应用于集成电路生产的几乎所有主要阶段。集成电路的一项重要发展成果是微电子机械系统（MEMS）。MEMS设备是典型的微型集成电路设备，由中央处理器和机械部件组成，机械部件负责与辅助组件的相互作用。MEMS设备的尺寸通常在20微米到1毫米（0.02至1.0 mm）之间。典型的MEMS设备包括麦克风、加速度计、陀螺仪和压力传感器。



带两个力矩电机的MEMS传感器测试设备

除集成电路的标准检测设备外，例如目检和电子测试，MEMS设备还需要对机械部件进行仿真，仿真中需要考虑更多的因素，包括工作时机械部件疲劳特性的影响和电机位置精度的影响，电机位置精度必须高于部件的精度。

ETEL提供恰当的直驱电机和控制系统，满足高动态性能的MEMS应用的仿真要求，ETEL产品帮助客户的设备达到优异的性能，产品包括：

- 力矩电机和控制单元，为MEMS校准提供准确的参考运动曲线（恒速 / 正弦曲线）。
- 力矩电机和回转工作台，为光学测试提供高速的部件分度运动。
- 直线电机和控制单元，监测和控制MEMS设备高敏感度取放运动的加速度。
- 直线电机，为冲击和高加速度测试产生高达25 g的加速度。

ETEL的直驱电机和控制单元提供当前先进的运动控制功能，帮助我们的客户达到极高的精度，且不影响设备的生产能力。



照片由约翰内斯·海德汉博士有限公司提供

力矩电机选择

为确保系统的高性能，选择力矩电机时必须考虑许多因素。本样本简要介绍选择力矩电机时需考虑的几个重要因素。有关计算和规格的详细信息，请参见《ETEL力矩电机集成手册》或请ETEL应用和服务工程师提供帮助。

电机规格

选择力矩电机规格的第一步是定义应用对扭矩和转速的要求。然后用周期内每个运动对扭矩的要求确定连续扭矩。计算连续扭矩时，必须考虑全部因素，例如摩擦、加工扭矩、偏移负载和外部干扰的静力。

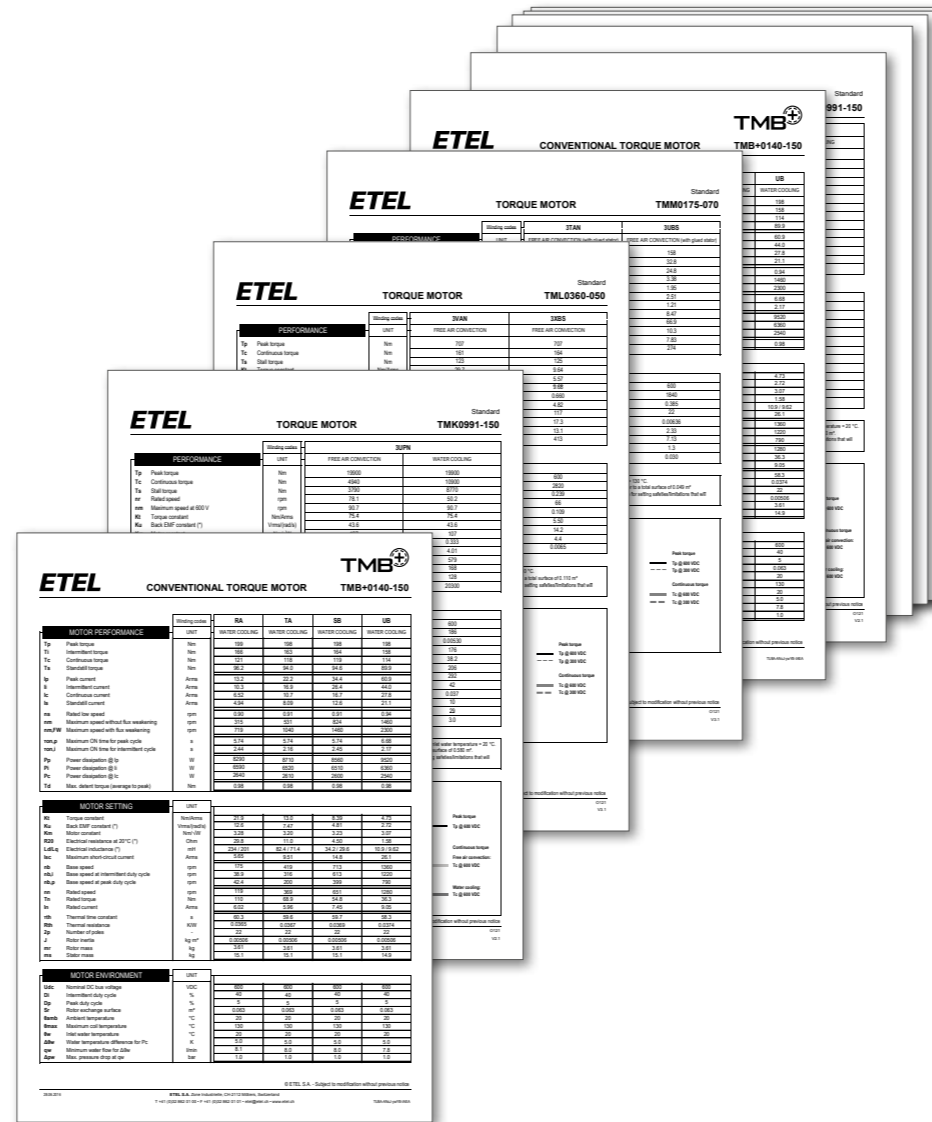
计算连续扭矩时，评估电机的功率消耗。电机功率消耗的发热量决定结构的温度升高程度和是否需要液体冷却。

在一定负载的静止条件下，一个电机相的发热量明显高于其它相，这是因为全部三相间的功率消耗不均匀。为确保该条件下的工作安全，必须计算零速扭矩。

ETEL电机提供多种绕组配置。选择绕组时，根据应用对速度的要求和电子系统电压和电流的要求进行选择。注意电机的力/速特性与绕组有关。

磁阻力

ETEL专有的技术和经验使ETEL能提供极小磁阻力的铁芯力矩电机。我们创新的结构设计综合了敞开放式齿槽、orthocyclic绕组和分数极距结构。该设计能显著降低磁阻力，不需要倾斜铁心或磁铁，因此不影响扭矩密度。



电机常数

电机常数 K_m 是比较永磁同步电机的重要参数之一。它反映产生的扭矩与功率损失间的关系。电机的 K_m 值越大，产生扭矩的效率越高。

K_m 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，它比扭矩常数 K_t (Nm/Arms) 能更好地代表电机性能，扭矩常数是输出扭矩与消耗的电流之比。ETEL电机的 K_t 值可通过改变绕组类型轻松地进行调整。匹配电机与伺服放大器时， K_t 很有用，但它不能提供电机效率的信息。

温度因素

与所有伺服电机一样，力矩电机工作时也发热。为减少设备的热膨胀，必须尽可能高效地散热。ETEL的TMB+和TMK系列力矩电机带优化设计的冷却槽，确保冷却液高效率地冷却。为保证高精度和高重复精度，必须确保机器结构不热。

力矩电机可用对流空气冷却，也能用冷却液冷却。对于高难度的应用且可提供冷却液，推荐用冷却液冷却。由于先进的电磁设计，ETEL的力矩电机在相同输入功率时产生的扭矩大于同类电机。

对于任何直驱应用，温度控制都十分重要，并与设备的最终性能有密切的关系。事实上，直驱轴中，电机非常靠近工作点位置。由于机械刚性的优点，能达到最好的设备性能。但还有其它因素，例如电机的紧凑集成也意味着发热位置比传统蜗轮结构更靠近敏感部位。

ETEL拥有丰富的力矩电机集成和温度控制经验。在设备设计阶段，请直接联系ETEL代表，他们将为您提供技术支持。

产品介绍

有关ETEL力矩电机的产品信息，参见相应电机产品介绍。产品介绍中提供每一种ETEL标准电机的技术参数、性能和力-速曲线。有关力矩电机的更多信息或下载产品介绍，请访问我们的网站：www.etel.ch



集成手册

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



ETEL软件和工具

ETEL提供功能强大的软件和工具，用其仿真客户的设备工作。帮助用户在特定应用环境中达到高佳性价比。在设备设计阶段，请直接联系当地的ETEL代表，他们将提供技术支持。



成功案列

ETEL电机在计量领域的应用

日益复杂的驱动部件需要高精度的齿轮测量技术，这需要测量机使用优异的测量技术和满足应用要求的理想软件。这类测量机的驱动技术必须达到高性能，正如ETEL产品的高性能。这是业内领先的齿轮制造商选用ETEL直驱技术制造高精度测量中心的原因。

高精度测量中心的核心是ETEL力矩电机驱动的高精度和高耐用性的回转工作台。ETEL拥有专业的力矩电机设计，齿槽浅，能确保高稳定性的运动、优异的速度稳定性和极高的位置精度。除高效率的电机设计外，还适用于温度漂移敏感的高精度测量机应用。用于测量轴时，与被测工件准确同心。

结合配ETEL紧凑型直线电机的三个直线测量轴，该测量中心在信号发生操作模式下扫描和检测齿轮和常规驱动部件的功能面。ETEL的直线电机是无反向间隙的直驱技术，拥有极小的推力波动，提供高稳定性的运动和极高位置精度。因此，ETEL产品的高质量确保达到高测量精度和高重复精度。



照片由克林贝格有限公司提供

ETEL力矩电机在5轴联动加工回转工作台中的应用

自1996年，领先的回转工作台制造商为其直驱的回转轴选用ETEL的力矩电机驱动。典型的机床配置有单轴型，配回转工作台的双轴型和多轴型，例如加工自由曲面的铣削加工中心。

由于铣削加工中心的轴数越来越多，需要结构更紧凑和安装更容易的旋转电机。ETEL的直驱力矩电机是理想的选择。直驱电机结构紧凑，扭矩密度高，无齿轮箱等任何传动部件，可以高效和直接安装在负载下方。

航空航天或发电行业常常需要加工带自由曲面的工件，例如叶片或整体涡轮和压气轮。这类工件需要高可靠性的机床，高质量的ETEL力矩电机提供所需的高可靠性。

自2001年，ETEL电机已应用于2轴回转摆动工作台 - 也称为回转摆动桥 - 特别适用于汽车涡轮工件的加工，例如铝或钛材质的叶轮。其中的部分摆动桥采用两个ETEL电机，两个电机之间必须准确对正。ETEL高精度的生产，以及电机上高精度的对正功能让用户轻松和准确地对正两个电机，确保该机的高精度和高效率。



照片由Peiseler公司提供

TMB+在高端机床中的应用



照片由Liechti Engineering公司提供

为不断提高市场竞争力，ETEL不断完善产品。在机床行业中，部分使用著名的TMB系列电机的客户选用最新的TMB+力矩电机升级他们的机床。直驱技术的优点以及ETEL公司产品卓越的性能和高可靠性帮助客户取得成功。

在部分应用中，例如航空航天或发电系统，高精度和高质量是加工工件的必然要求。用5轴或6轴机床加工时，高生产力的关键是稳定性、高动态性能和灵活的轮廓加工能力。对于难切削材质，例如钛合金或高温合金，还必须满足机床的更高技术要求。在这类应用中，直驱技术，更准确地说是ETEL的TMB+系列电机直接关系到机床的整机性能。

对于特殊的高端市场，产品产量有限，因此需要高灵活性、高性能和低拥有成本等重要特性。TMB+的11种不同电机直径（从160 mm到1290 mm），丰富的产品线完全满足这类应用要求，标准产品的高灵活性，丝毫不牺牲高性能和高质量。



照片由Liechti Engineering公司提供



照片由Peiseler公司提供

飞机和燃气轮机的镍基合金，例如Inconel或先进的钛铝合金工件用这些加工中心加工。为此，较大速度范围的ETEL力矩电机是正确的选择。

这些应用需要极高的工件表面质量和形状精度，因此配ETEL力矩电机良好轴设计必须提供极高的控制刚性和高动态性能。特别是，ETEL电机浅齿槽设计的专业技术确保该机具有无与伦比的高性能。

重要的是，这些高难度的高精度零件也必须承受商业的压力，制造商必须尽可能地降低单件成本，用ETEL的力矩电机延长寿命和提高加工速度，从而降低单件成本。

成功案列

大型TMK电机在铣车复合加工中的应用

加工大型工件时，必须高精度地定位，低速时必须提供极高扭矩和高速模式工作时必须提供小扭矩和高速度。

配ETEL的TMK电机的铣车复合加工中心是满足该挑战的现实技术解决方案。这些机床能缩短周期时间，同时提高生产力。例如，航空航天业的新一代发动机零件和能源行业的大量机械零件需要越来越高的性能和安全性。这些零件的复杂性及高质量的材质需要更特殊的生产技术。

在一台机床上进行铣削和车削加工，这就是说用5轴联动的方式车削三维工件，该机配有角度轴A轴（摇篮）和C轴。



照片由RGI France SAS提供

独特的电磁设计，嵌入铁芯内的全封闭磁体的转子达到更高刚性和更高可靠性，使ETEL的TMK电机又一次改写力矩电机设计。该电机的转速比典型电机快8倍，而外形尺寸相同。连续扭矩比标准电机高30%，且TMK电机的主要功能不受任何影响：低速时提供大扭矩。

ETEL力矩电机在2轴铣头中的应用

ETEL为工业企业开发直驱电机。几年内快速获得机床业的认可，机床企业用直驱力矩电机满足他们的未来需求。

作为力矩电机的首家供应商，ETEL已成为规格和性能的标准。当时，在众多的欧洲著名机床制造商的带领下，直驱技术在机床行业应用发生了快速的演变。

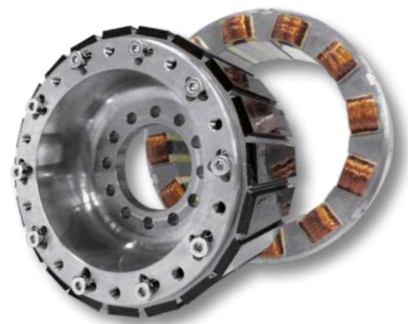
今天，机床制造已遍布全球，特别是亚洲国家以及美国的机床制造商正在迎头赶上。ETEL为服务于新兴市场，在这些国家设立办事处，为他们提供高质量的本地支持并在新机床开发的早期阶段与他们合作。

这些2轴铣头的开发采用了ETEL的TMB+电机，该电机满足航空航天、模具制造、能源和自动化市场严格的技术要求。A轴和C轴都采用TMB+直驱电机，加工的工件可达到高精度和高表面质量。此外，2轴铣头机床受益于ETEL产品的高质量和高可靠性，使他们能与先进的欧洲制造的2轴铣头竞争。



照片由Setco Spindles公司提供

ETEL是历史性成就的贡献者



应对新技术的挑战和不断突破极限始终是ETEL不断前进的动力和创新的源泉。今天，ETEL深感自豪地为阳光动力项目做出贡献，该项目中汇集了航空、材料、光伏发电和电机多领域的先进科学技术。曾经的梦想已成为巨大成功的事实，必将掀开未来航空技术的全新篇章。现在已经证明无燃料地进行昼夜飞行是可行的。

由ETEL力矩电机驱动的超轻型开创性飞机环绕全球飞行超过500小时，经受了严苛的环境考验。力矩电机及所有其它部件需要满足从地面温度到8000米（~26,000英尺）以上高空温度恶劣的环境条件要求，不允许任何性能和可靠性的降低或不确定。在这项创纪录的飞



行中，飞行员也要面对严峻挑战，ETEL力矩电机安全地工作保证了飞行员的安全并为高难度飞行的成功奠定基础。

驱动阳光动力1号和2号的ETEL力矩电机与ETEL所有客户使用的技术相同。电机的核心技术及磁铁技术正在确保全球数千台机床的正常工作。



© Solar Impulse / Jean Revillard



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