



用于风机技术的高能效绿色科技EC电机：

外转子电机无需使用稀土磁铁

永磁励磁电机依赖永磁磁铁来发挥其功能。特别是，在从含有钕钴或钕铁硼等稀土材料的化合物进行烧结的过程中产生强磁。在经历人为稀缺性导致的成本激增之后，这些材料的价格目前再次下跌。但是，因为现在和以前一样，大部分稀土材料的供应由中国控制着，人们不得不继续应对重大价格变动。同样，材料的可用性也无法保证。

并且在未来，电机制造商将非常难以计算稀土磁铁的成本。因此在用户圈中，能效特别高的永磁励磁电机通常被认为非常昂贵。但是，不是每种高效运行的电气驱动装置都依赖稀土强磁材料。例如，采用外转子设计的EC电机，用于节能风机中，使用“简单”、经济并且随处可得铁氧体磁铁就可以运行，并且在某些情况下的运行效率达90%以上。

什么是EC电机？

因为驱动技术中的术语没必要始终进行清晰明确的定义，首先弄清楚哪种电机真正需要使用稀土材料才比较有意义。无论是直流无刷驱动（BLDC电机），还是永磁无刷（BLPM）电机或电子换向（EC）电机，都始终意味着是一种永磁励磁同步电机，使用电力电子运行 – 主电源或直流电源供电。所谓的BLDC/BLPM电机通常使用方波电流（块交换）运行。EC电机可以使用方波电流运行，也可以使用正弦电流（正弦交换）运行。。使用正弦电流与使用方波电流相比，驱动装置可以显著降低噪声。采用正弦电流的设计相当于传统的同步电机。EC电机的基本功能很容易理解（图1）：

带永磁的转子与定子的旋转磁场同步旋转。与主电源供电的异步电机不同，转子速度不与电源电压的频率自动耦合，而是取决于换向电子。因此，EC电机的运行始终需要额外的电子。这决定了转子在其中同步旋转的定子旋转磁场的角速度。电压与速度之间以及电流和扭矩之间很大程度上呈线性关系。因此，在转矩速度特性方面，电机的作用就像一台直流分激电机。为了检测转子的位置，要么在电机内集成转子位置传感器，要么使用换向电子通过转子电压或电机电流等参数测量转子的位置。空载速度取决于所施加的电压以及定子绕组的绕组数量。因此，受物理参数（如输出、扭矩、温度等）的限制，可以无滑移地执行几乎任意运行速度（与定子旋转磁场同步），甚至可以高于电源频率，这与主电源供电的异步电机不同。例如，若风机使用EC电机运行，转速始终可以根据通风系统或过程的需要进行调节。因此，在部分负荷运行过程中，能耗可以大大降低，因为风机所需的输出随速度而变化。此外，EC电机还具有比主电源供电的AC电机高很多的效率（图2），无论是部分负荷运行还是满负荷运行，它们通常具有更小的尺寸。原因是，EC电机不需要磁化电流，因此转子上没有电流热损耗，并且可以使用低端绕组（单齿绕组/齿线圈绕组）进行特殊的绕组排列。尽管稀土磁铁讨论对这类电机没有好感，在能效方面它们却是最好的选择。

动力要求决定了磁铁的选择

使用EC电机，您不必依赖稀土强磁材料，因为只有高度运动性的伺服驱动（比如机器人中使用的驱动）才会真正需要这类材料出色的磁性。一方面，要求尺

寸紧凑；但另一方面，又要求转子质量尽可能低，以便最大限度减小惯性矩。这些要求只有通过高度稀缺、高度强制性的稀土磁铁才能实现。因此，今天，这类伺服驱动的制造商主要将精力集中在通过复杂的优化来减少所需磁铁的质量和高度上；他们在这方面已经实现了非常显著的节省。

电机和风机专家ebm-papst Mulfingen甚至不会面临这一问题，因为其风机产品配备高能效的绿色科技EC电机。尽管能效非常高，这些驱动装置不使用稀土磁铁照样可以运行。关键原因就是采用了外转子电机原理：

转子在外侧

在这里，定子（电机的静止部分）位于内部，被转子（旋转部分）包围（图3）。外部的转子围绕着内部的定子旋转。采用这种布局，外转子电机可以达到的扭矩（磁体体积、空气间隙表面、半径）比相同包装长度、相同磁系统和相同磁体厚度的内转子电机更高（磁体体积更小，空气间隙表面更小，半径更小）。通过巧妙地将设计参数应用在风机和鼓风机区域，使用硬铁氧体磁体的外转子电机可以获得只有使用稀土磁体的内转子电机才能达到的扭矩和效率（受体积和质量的限制）。与伺服驱动不同，风机无需高动态。恰恰相反，一定量的惯性矩会使风机可以平稳地启动和加速。可以毫无限制地抛弃稀土磁体而改用铁氧体磁体，不仅成本效益显著提高，这类材料的方便取用也使其具有稳定的市场价格。

此外，采用外转子的电机设计更具有优势。这样，轴流或离心叶轮就可以安装在旋转的转子上，也就是直接安装在电机的“外壳”上（图4）。从而使得尺寸非常紧凑，尤其在轴向上。制冷也变得更简单，因为电机可以使用风机替换的空气进行冷却。此外，采用正弦交换的设计还可以提供噪声非常低的运行。因此，高能效的绿色科技EC风机完全不受稀土磁体材料市场趋势的影响。

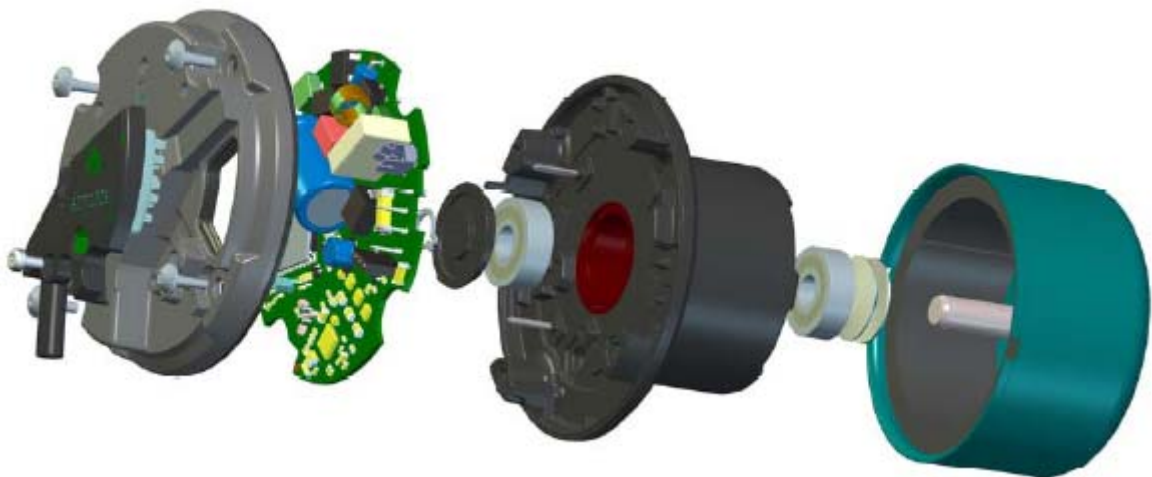


图1： 爆炸图：永磁激励同步电机（又称直流无刷电机或EC电机）

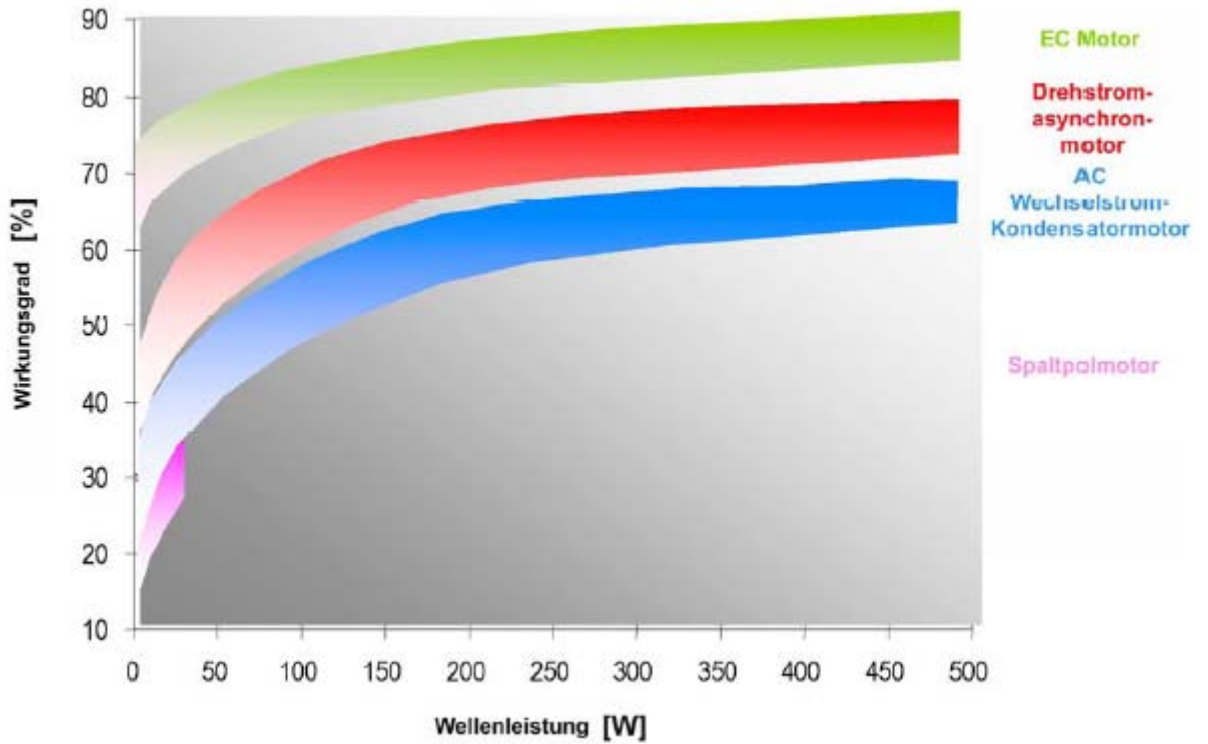


图2： EC电机： 功效远远高于类似的异步电机。





图3： 使用外部转子电机的离心风机剖面图：转子不在内部旋转，而是围绕定子旋转。



图4： 电机采用非稀土磁性材质的高能效风机。

所有图片来源： ebm-papst Mulfingen