

白皮书

使用同步磁组电机达到IE5能效



电机技术的快速发展

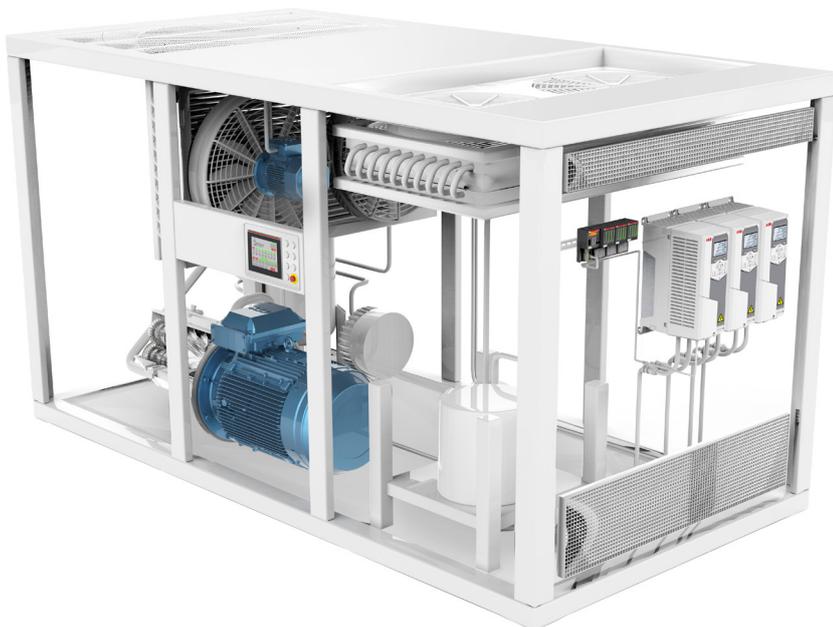
今天, 在建筑和工业应用中, 45%的电力被电机消耗, 用于转化为动能。显然, 随着世界越来越依赖使用电机, 提高能源效率就显得尤其重要。

对于电机, 将系统视作一个整体并为手头的工作选择合适的电机尺寸总是值得的。过大的电机会消耗过多的能源, 但只能提供一小部分可用功率, 而功率不足的电机因运行过热而浪费能源。在某些情况下, 简单地选择一个更合适的电机大小可以节省公司的能源和成本。

一旦正确指定了电机的最佳尺寸, 就该考虑电机能效等级了。虽然市场上有各种各样的电机技术, 但现实情况是主要安装的是旧的、效率非常低的电机。然而, 在过去的十年里, 随着新的节能技术的出现, 电机技术的进步异常迅速。

一个非常重要的发展是同步磁阻电机(SynRM)与变频器(VSD)组合。同步磁阻电机可作为标准IE3感应电机的替代产品, 可将电机的能源损耗降低40%。¹

根据国际能效标准, 数值越高, 电机能效越高。



同步磁阻电机及变频器组合是电机改造的绝佳解决方案。因为主要外部尺寸和输出功率保持不变, 所以不需要进行机械改造。例如, IE5同步磁阻电机与IE2感应电机的尺寸相同。

同步磁阻电机达到IE5能效

ABB IE5同步磁阻电机(SynRM)提供超高能效。这是国际电工委员会(IEC)定义的新能效等级,同步磁阻电机是满足全球日益增长的提高能效需求的新首选。

同步磁阻技术将永磁电机的性能与感应电机的简单性和易维护性相结合,因为它们在永磁体中不包含稀土材料。同步磁阻电机中的转子没有磁铁或绕组,几乎没有功率损耗。由于转子中没有磁力,维护就像感应电机一样简单。

客户可以通过升级到ABB IE5超高能效同步磁阻电机来提高能效、改善可持续性和增强可靠性,与IE3电机相比,该电机的能源损耗降低了40%,与常用的IE3感应电机相比,能耗和二氧化碳排放也显著降低。²

同步磁阻电机技术使绕组温度降低30°C,轴承温度降低15°C,从而提高了可靠性,延长了电机寿命,并减少了维护需求。³

较低的轴承温度是降低生命周期成本的一个重要因素,因为轴承故障会导致约70%的计划外电机停机。⁴

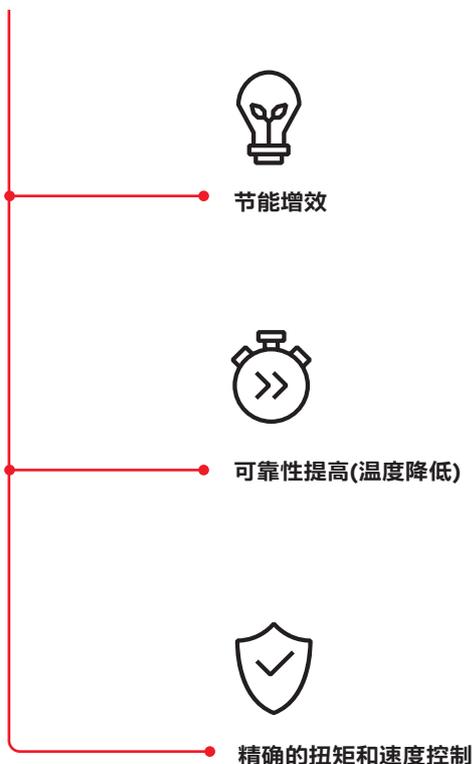
ABB的高效同步磁阻电机于2011年推出,具有IE4能效等级,最初应用于泵和风机,现在用于所有应用。后来在2019年,ABB推出了IE5超高能效同步磁阻电机。

对于标准电机系列,同步磁阻电机及变频器组合是电机改造的完美解决方案。IE5同步磁阻电机与IE2感应电机的尺寸相同,无需进行机械改造,易于替代传统感应电机。此外,目前变频器应用的数量正在增加,这推动了同步磁阻电机技术的商业化和接受度。

实际上,无论采用何种技术或IEC标准,IE5电机的损耗都比IE4电机低20%。



同步磁阻电机的优势



节能降本： IE5同步磁阻电机

同步磁阻电机的结构

从外面看，同步磁阻电机与传统的感应电机非常相似。就连里面的定子也常规的。创新在于转子，转子由层叠的铁层制成，这种铁层形成了一种轻质但坚固的结构，允许磁力穿过它。该形状被精确设计以引导转子内的磁阻。因此，转子将自身对准定子线圈产生的磁通量，基本上“锁定”到位。这使得它能够以与磁通量完全相同的速度运动，即同步运动，因此命名为同步磁阻电机。这种转子不含磁铁或稀土成分，制造它所需的材料比传统电机少。

同步磁阻电机的功能

与其他电机一样，同步电动机产生旋转运动，可用于为机器提供动力。定子产生的磁通量的旋转以及转子的速度由变频器控制。变频器监控转子位置，以确保其保持同步。

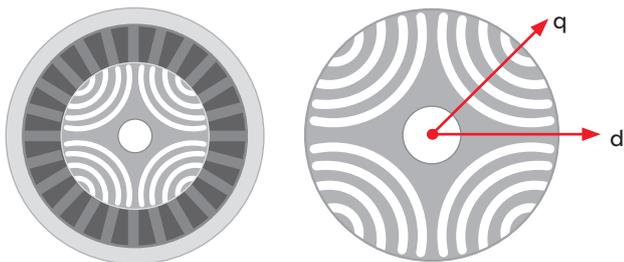


同步磁阻电机的优势

同步磁阻电机的能源损耗比同类感应电机低得多。例如，同步磁阻电机在转子中没有损耗。这带来了较低的运行温度，再加上无绕组的简单转子结构，与传统电机相比，减少了维修需求和故障风险。如果出现问题，连接的监控系统可以提示潜在的维修需求。

更好的是，同步磁阻电机的噪音水平明显低于传统的感应电机，因此工作环境更加舒适。⁵

同步磁阻电机产生的环境足迹较低，因为它们的制造不使用稀土材料，这意味着不需要采矿，也减少了废弃物的产生。此外，它们在从生产到回收的整个生命周期中只产生较低的碳足迹，在同类产品中具有较佳的低排放性能。



同步磁阻电机产生的转矩与d轴和q轴上的电感之差成正比：这个差值越大，产生的转矩就越大。

因此，同步磁阻电机在d轴上设计有导磁材料铁，在q轴上设计有磁绝缘材料空气。

充分利用电机及变频器组合

变频器可以帮助电机更有效地运行。事实上，通过在标准中型电机应用中增加变频器，通常可以降低25%的功耗。并且，虽然需要它们来操作同步磁阻电机，但是它们非常适合用与其他类型的电机一起使用，例如感应电机。

为应用提供适量的能源

变频器控制并优化电机的运行，改变供给电机的电力的频率和电压来调节扭矩和速度。因为变频器直接控制电机的速度，所以不需要阀门、齿轮、节流阀或制动器来控制电机驱动的应用的速度。这意味着电机不需要一直全速运行，也意味着通过机械速度控制不会浪费任何能源。这就是为什么与没有变频器的电机相比，由变频器控制的电机可以节省大量能源。

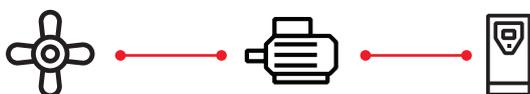
目前，全球约有23%的电机配备了变频器，因此全球电机的能效仍有很大的提升空间。⁶

过程稳定性减少了废弃物产生和能源浪费

变频器还具有出色的工艺稳定性。在许多生产过程中，这可以提高质量和减少废品，也意味着减少能源浪费。例如，变频器可以在1500 rpm时可可靠地提供0.5 rpm的容差。如果我们在挤压成型机的整个速度范围内应用这一点，就会提高产品质量，减少浪费，减少不合格产品。因为废料和不合格产品通常被送回挤出机并重新加热，所以对挤出机更精确的控制也降低了能耗。

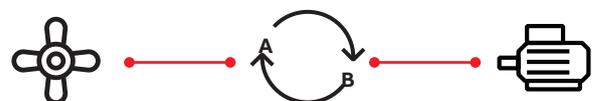
工业电机最常见的应用领域是泵、风机和压缩机。通过添加变频器，您通常可以减少25%的功耗

速度控制



风机+电机+变频器

机械防治



风机+机械控制+电机

变频器每次运转都能都能节省能源。根据亲和定律，半速运转的泵和风机消耗1/8的功率。⁵

IE5能效带来真正的节能

部分负载能效

IE5同步磁阻电机及变频器组合真正有亮点的地方是当它们在部分负载下进行使用时。根据新法规EU 2019/1781 (生态设计指令)，制造商需要给出电机指定负载点的损耗(1.7.2022)。这使得能够在部分负载条件下用变频器负载进行电机间比较。由于缺乏变频器负载下感应电机的损耗信息，无法进行常规比较。

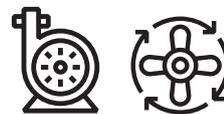
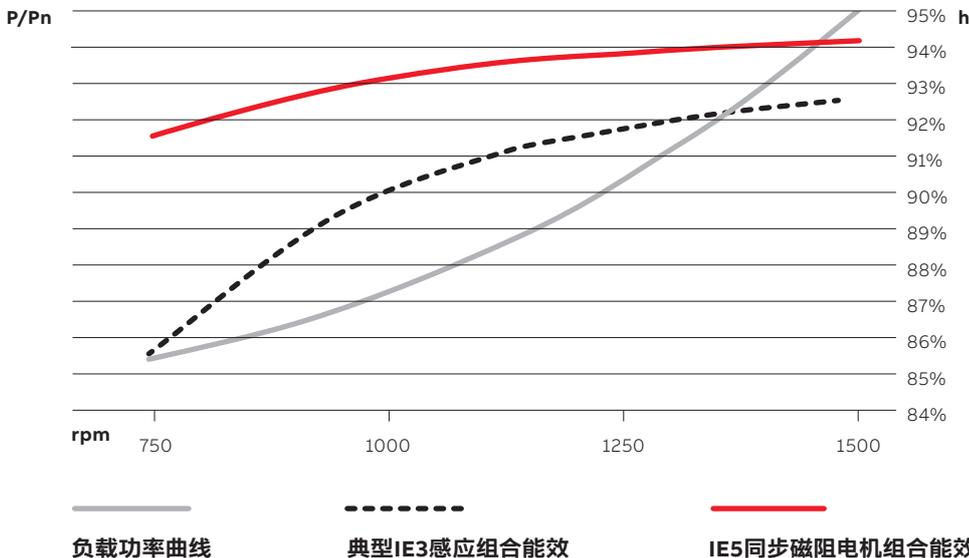
正如您在下图中看到的，满载时受益大约为2%，而部分负载时受益可能高达6-7%。

IE5同步磁阻电机与IE3感应电机在变频器上的对比

ABB实验室测量已经表明，同步磁阻电机 IE5电机比IE3电机更有优势，在部分负载条件下也是如此，而且与标称点相比，这种优势变得更大。下图显示了根据ABB实验室测量，同步磁阻电机 IE5与IE3感应电机在泵/风机负载下的典型能效性能表现。⁷



泵/风机负载下的110 kW /1500 rpm传动系



示例:对于泵/风机负载下的110 kW /1500 rpm传动系统, IE3感应电机的能效为92.5%, 而IE5同步磁阻电机的能效为94.2%。

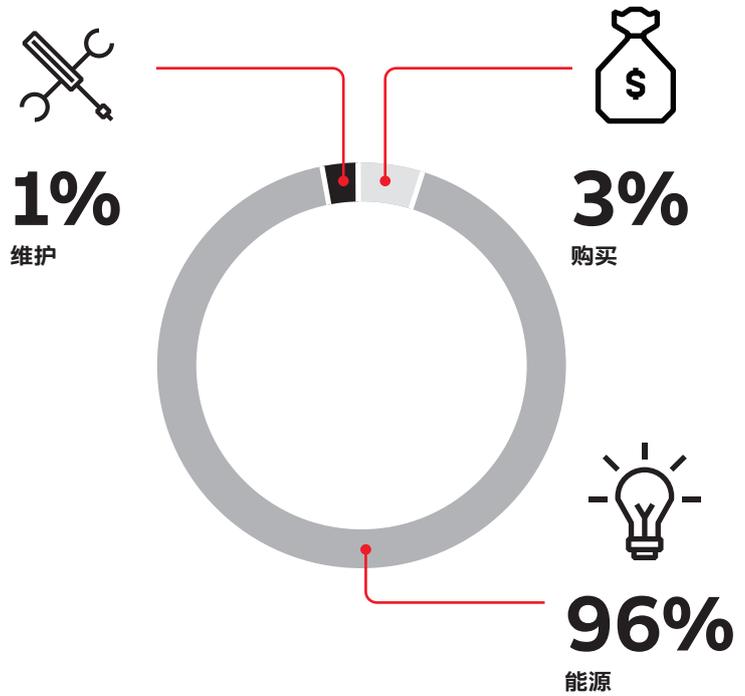
通过同步磁阻电机削减成本

ABB同步磁阻电机及变频器组合使Campbell's Australia的能源成本大幅下降。在12个月的时间里，这些数字清楚地表明能源成本降低了14%。每年总共节省了近15000澳元的能源成本，每年还减少了约131吨的二氧化碳排放量。

能源消耗更低也让总拥有成本更低

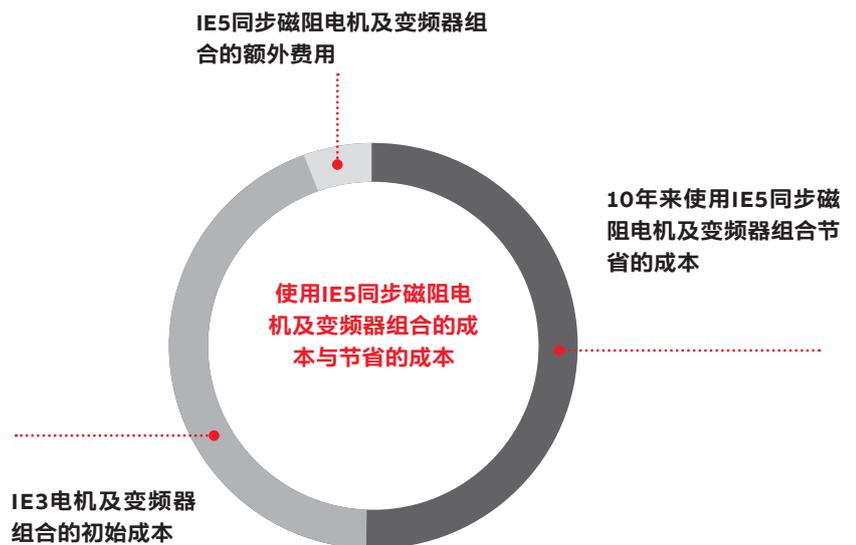
使用同步磁阻电机及变频器组合降低能耗意味着运行过程的成本和总拥有成本也将降低。此外, 尽管由于前期投资成本, 公司可能不愿意更换电机或在生产过程中增加变频器, 但电机的成本只是运行电机所需能源成本的一小部分。⁸

机械控制泵系统涉及生命周期中的主要成本。大部分成本来自用于运行电机的能源。



终生节能回报

对于以1500 rpm运行的110 kW电机, 与每年节省的能源成本相比, IE5同步磁阻电机和IE3电机之间的初始成本价格差异可以忽略不计。与IE3电机组合相比, IE5电机组合一旦投入运行, 将节省能源和成本, 大约13个月后即可收回成本差额。此外, IE5同步磁阻电机组合将在其剩余工作寿命(可能为10至15年)内每年继续节省能源和成本。通过减少能源使用节省的成本将使整个IE5组合在大约10年内收回初始成本。



通过适度投资来更新您的电机技术, 投资回报(ROI)可在短短一年内实现。

结论

如前所述,从根本上提高能源效率所需的电机技术已经具备,并经过测试和验证。同步磁阻电机及变频器组合极大地提高了能效,如果在全球范围内实施,将有助于减少能源使用和应对气候变化。



对于公司来说,这个决定应该很容易。如果您能多花一点钱买一辆新的电机,您可能在短短一年内看到投资回报,并在电机的整个生命周期内看到更多的回报。

对于政府和市政决策者来说,重要的是要知道,从基础设施到公用事业和公共交通,已经有了更节能的选择。现在需要的是实现这一目标的意愿和您的支持,让节能解决方案成为最简单、最受欢迎的选择。

- (1) 根据IEC 60034-30-1和IEC TS 60034-30-2。
- (2) 根据IEC 60034-30-1和IEC TS 60034-30-2。
- (3) 根据ABB的测试和测量。
- (4) 资料来源: Austin.H.Bonnett和Chunck. Yung,“提高能效与提高可靠性”, IEEE Ind. Appl.杂志, 2008年1月/2月。
- (5) 基于客户体验。
- (6) Omdia,“低压电机情报服务”, 2020年。
- (7) 根据ABB的测量和计算。
- (8) 根据www.energy.gov/sites/prod/files/2014/04/f15/amo_motors_sourcebook_web.pdf



ABB Motion

P.O. Box 1
FI-00232
Helsinki, Finland