

提高运动效率，助力工业碳减排

Maurice O'Brien, 战略营销经理

工业碳减排已刻不容缓！

如今，消费者热衷于使用低碳产品和服务，各国政府也纷纷出台相关法规，以减少碳排放并实现净零排放。在追求这一目标的过程中，工业制造企业有望借助新技术加速制造业低碳转型。本文将深入探讨减少工业碳排放的两大主题：

- 扩大电机驱动器部署以提高能效
- 数字化转型战略对提高制造效率的影响

2015年的《巴黎协定》要求将全球变暖限制在1.5°C以内，这意味着，2050年前须将当前的碳排放量减少80%以上。依照目前的趋势，全球将升温1.9°C至2.9°C，这将导致各国GDP大幅下降，多达33%的人口流离失所，相关灾害每年将造成数万亿美元的损失。

全球已经升温1.1°C，专家称本世纪30年代增幅可能会突破1.5°C，实现控温目标面临艰巨挑战。投资须从化石燃料转向能效提升、可再生能源与核能发电，以及碳捕集、利用与封存(CCUS)和其他低碳领域。图1显示了将碳排放量减少至60亿吨以实现1.5°C控温目标的途径，详见《2019年世界能源展望》。¹ 该研究包括既定政策情景和可持续发展情景两大部分。既定政策情景仅考

虑已经宣布的具体政策举措。可持续发展情景则阐释了世界能够实现气候、能源获取和空气质量目标以及《巴黎协定》愿景的路径。与此同时，它始终高度关注能源的可靠性和经济性，以满足全球不断增长人口的需求。作为《巴黎协定》的一部分，效率对于碳排放减少量的贡献占比最大，达37%。¹ 2022年，全球与能源相关的碳排放量增长了0.9%，超368亿吨，创下历史新高，而工业排放量为92亿吨，下降了1.7%。2022年，工业碳排放量占总排放量的25%，¹ 加速工业能效投资将是实现2050年净零排放目标的关键举措之一。

更高效率的工业电机可显著减少工业碳排放

2022年全球电力供应量为28,642太瓦时，碳排放量达136亿吨（占2022年全球碳排放量的36%）。² 工业电力消耗占总量的30%，其中电机电力消耗占比为69%。³ 工业部门已安装电机量约为4.5亿，2022年新安装电机量约为5200万（分为老旧设施升级和新建设施开发），新的更高效率运动资产显著减少了电力消耗和碳排放量。电机广泛用于各种工业应用，以驱动泵、风扇、压缩空气系统、物料搬运、加工系统等。据估计，如果所有已部署的电机驱动系统都以最高效率运行，那么到2030年，全球电力需求将减少10%，碳排放量减少24.9亿吨³（见图2）。

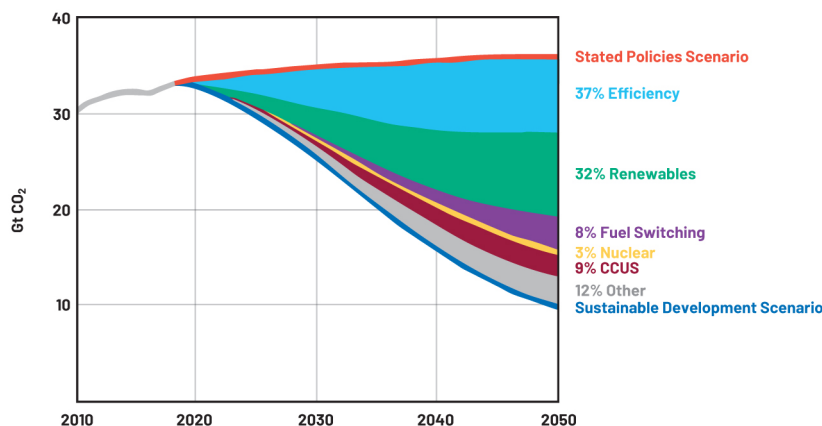


图1. 相比既定政策情景，可持续发展情景中各措施的碳排放减少量。¹

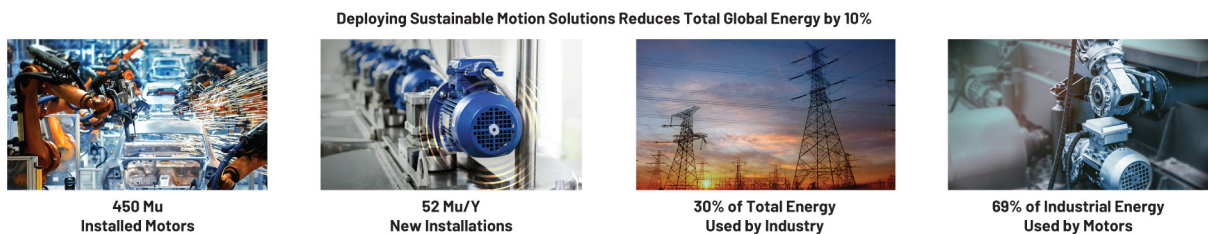


图2. 工业电机关键统计数据。

扩大电机驱动器部署以提高能效

最基本、最低效的运动解决方案是基于并网或交流3相电机，它们使用开关设备来提供开关控制和保护电路。这些基本的运动控制解决方案以相对固定的速度运行，不受负载变化影响。节流阀、阻尼器、阀门等机械控制装置可调整输出变量（例如泵和风扇中的流体流量），而齿轮可实现显著的速度变化。据估计，目前所有已部署的电机中有70%至80%已并网，连接到逆变器或变速驱动器(VSD)将有助于降低能耗。

增加整流器、直流母线和3相逆变器级会得到可变频率和可变电电压输出的逆变器，应用于电机可实现变速控制。这种逆变器驱动电机可以使其在负载和应用中以优化的速度运行，从而大幅降低能耗，例如高效率的泵和风扇。当添加到泵、风扇或压缩机的现有电机时，逆变器通常可以降低约25%的功耗。⁴

对于更高性能的运动控制应用，VSD可以助力实现精准的扭矩、速度和位置控制。为了实现上述控制，我们在基本的开环逆变器驱动中增加了电流和位置测量，输送机、绕组、打印和冲压机器就是这些应用的典型示例。据估计，工业领域部署的所有电机中，有20%到30%是由逆变器驱动或连接到VSD。通过将更多已部署的运动资产从电网连接转移到逆变器驱动或VSD，我们可以显著降低工业领域中4.5亿台电机的能耗和碳排放量。

电机能效法规的重要作用

智能运动控制解决方案通过让越来越多的应用从定速电机转向高效率电机和VSD，正在并将继续大幅降低能耗，能效法规功不可没。能耗降低可以助力可持续制造，同时减少碳排放。为加速部署更高效的电机驱动系统，国际电工委员会(IEC)推动制定了节能电机标准，包括IEC 60034-2-1电机测试标准和涵盖四级电机效率（IE1到IE4）的IEC 60034-30-1分类方案，便于比较不同电机制造商的效率水平。这些标准为政府确定其最低能耗性能标准(MEPS)的效率水平提供了参考，有助于各国实现其能源效率和碳排放目标。

IEC 60034-1效率等级：

- ▶ IE1 标准效率
- ▶ IE2 高效率
- ▶ IE3 超高效率
- ▶ IE4 超优级效率

各国政府在制定电机MEPS方面已取得重大进展。自2020年以来，占全球电机系统电力消耗76%的国家/地区已引入IE2或IE3级别的电机MEPS，减少了工业用电量。⁵ 在欧盟，自2021年7月1日起，0.75 kW至1000 kW电机的最低能效等级为IE3（超高效率），0.12 kW至0.75 kW的小型电机须达到IE2（高效率）。从2023年7月1日开始，欧盟将75 kW至200 kW电机的MEPS提高到IE4（超优级效率）。

我们可以看一下电机驱动系统在其部署期内的总拥有成本，电力占总成本的70%，购置费用仅占5%，维护占20%（见图3）。⁶ 因此，通过部署更高效的运动驱动系统，我们可以显著降低工业电机的运行成本，同时减少碳排放。

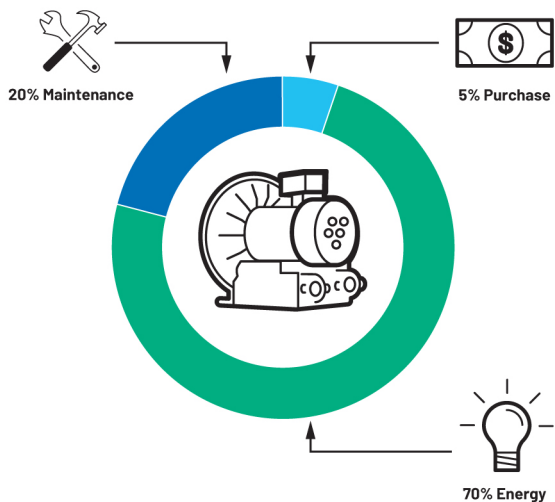


图3. 电机系统的总拥有成本。

提高制造效率的数字化转型战略

VSD使用来自电压、电流、位置、温度、功率、能耗的数据，结合使用外部传感器来监测振动和其他过程变量。利用融合了信息技术/操作技术(IT/OT)的以太网网络，运动应用彼此互联，并将数据和运动洞察传输到云端数据存储或本地存储设施。运动数据和洞察现已更易获得，并且可通过强大的云计算和人工智能(AI)进行分析，以优化制造流程，减少能耗和制造过程中产生的碳排放。利用运动洞察可延长设备使用寿命，改善制造质量，减少计划外停机时间和材料浪费，同时提高制造工厂的安全性。

电机驱动系统现正集成先进的传感、信号处理、边缘AI和连接解决方案，以在智能边缘产生运动数据和洞察，新的洞察将传至制造执行系统(MES)（见图4）。然后，MES可以识别工作输出明显低于标称额定输出、导致利用率不足和耗电量增加的已部署电机。另一个关键功能是识别工作输出过于接近或略高于额定输出的已部署电机，这种情况也会导致耗电量增加，影响使用寿命。在部署了数百至数千台电机的大型制造设施中，数字化转型战略对于减少电力消耗和碳排放尤为重要。

世界经济论坛 — 可持续灯塔网络

世界经济论坛的塑造先进制造和价值链的未来平台已建立全球灯塔网络，制造业佼佼者将入选灯塔。⁷ 该网络展示了数字化转型战略加速工业碳减排的真实案例，⁸ 其社区内的制造商利用先进技术推动智能制造的创新，以提高生产力和可持续性。截至2023年1月，全球灯塔网络包括132个制造基地，其中13个为可持续发展灯塔。⁸ 施耐德电气的Le Vaudreuil工厂是处于数字化转型前沿的可持续发展灯塔之一，⁹ 展示了数据驱动的洞察对可持续制造的推动作用，具体表现如下：

- ▶ 用电量减少25%
- ▶ 材料浪费减少17%
- ▶ 碳排放量减少25%

结论

在追求净零排放目标的过程中，工业制造企业有望借助新技术加速制造业低碳转型。到2040年，工业活动的增加（其中近一半位于中国和印度）将会使所部署的电机数量翻一倍。¹⁰ 因此，新的更高效率电机驱动系统将为碳减排作出更大贡献，同时创造大量商机。ADI公司全力推动自动化走向更加可持续、更高效的未来。我们先进的技术和解决方案旨在支持新一代制造系统，从精确运动控制和无缝连接到增强的边缘洞察和分析，ADI专注于提高各层面的效率。欲了解有关ADI运动解决方案的更多信息，请访问analog.com/cn/intelligentmotion。

参考资料

- ¹ 《2019年世界能源展望》，国际能源署，2019年。
- ² 《2023年电力市场报告》，国际能源署，2023年2月。
- ³ Paul Waide、Conrad U. Brunner, [Energy-Efficiency Policy Opportunities for Electric Motor-Driven Systems](#)（节能政策赋予电机驱动系统的良机），国际能源署，2011年。
- ⁴ [Program Insights: Variable Frequency Drives](#)（计划洞察：变频驱动器），Consortium for Energy Efficiency, Inc., 2019年。
- ⁵ Conrad U. Brunner、Rita Werle、Maarten van Werkhoven, [How International Standards for Electric Motor Systems Support Policies of Countries Using These in Their Regulations](#)（电机系统国际标准如何支持在其法规中应用此类标准的国家的政策），国际电工委员会。
- ⁶ [The Future Is Energy-Efficient, the Future Is Data-Driven](#)（节能和数据驱动的未来），ABB，2022年。
- ⁷ [Global Lighthouse Network: Shaping the Next Chapter of the Fourth Industrial Revolution](#)（全球灯塔网络：塑造第四次工业革命的新篇章），世界经济论坛，2023年1月。
- ⁸ [Global Lighthouse Network](#)（全球灯塔网络），世界经济论坛。
- ⁹ [New Recognition for Schneider Electric from World Economic Forum](#)（世界经济论坛对施耐德电气的最新褒奖），施耐德电气，2022年。
- ¹⁰ 《2017年世界能源展望》，国际能源署，2017年。

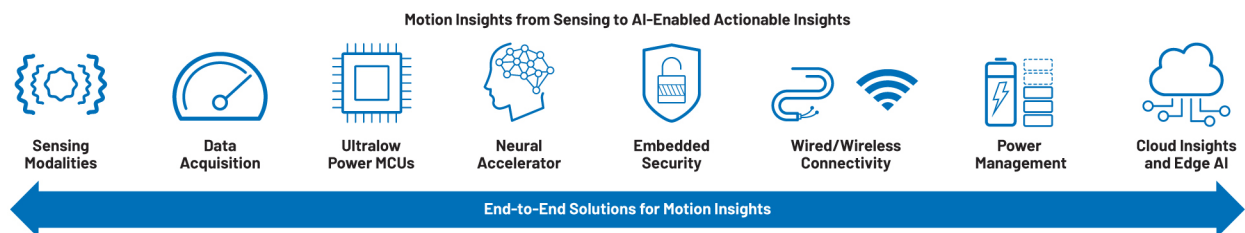


图4. 提供运动洞察的关键技术。

作者简介

Maurice O'Brien是ADI公司工业自动化部的战略营销经理。他负责交付以工业自动化为重点的系统级解决方案。在此之前，Maurice在ADI公司的工业以太网领域工作了3年，在电源管理应用和营销领域工作了15年。他拥有爱尔兰利默里克大学的电子工程学士学位。

在线支持社区



访问ADI在线支持社区，中文技术论坛

与ADI技术专家互动。提出您的棘手设计问题、浏览常见问题解答，或参与讨论。

请访问ez.analog.com/cn

