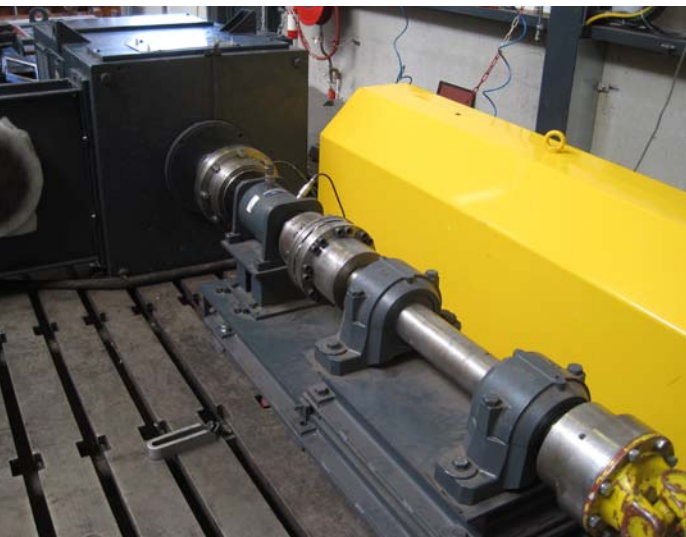


电机效率和可靠性：与真实工作条件相匹配的新测试方法

电机是诸多工业生产过程中的核心组件，可占工厂总能耗的 70%、消耗全球总发电量的 46%。鉴于其在工业生产过程中的关键性，与电机故障相关的停机成本每小时可达数万美元。确保电机高效可靠地运行是维护技师和工程师每天要面临的最重要的任务之一。

高效用电不仅仅是“有益的”。在很多情况下，能效可能意味着盈利和损失之间的差别。而且，由于在工业中的耗电量要占很大一部分，所以电机节能已成为节约成本和保持盈利能力的首要目标。此外，通过提高效率和减少对自然资源的依赖进行节能的愿望促使诸多公司采用了 ISO 50001 的工业标准。ISO 50001 标准是一个以持续降低成本为目的而建立、实施和维护能源管理系统的框架和要求的标准。





传统的电机测试方法

虽然测量电机性能和效率的传统方法规定得很清楚，但设置过程的费用很昂贵，所以很难在工作流程中加以实施。事实上，在很多情况下，电机性能检查甚至需要系统完全关机，而停工成本十分高昂。要测量电机效率，必须在诸多动态运行条件下确定电力输入功率和机械输出功率。传统的电机性能测量方法首先要求技师将电机装入电机测试平台。将包含被测电机的测试平台安装在发电机或功率计上。然后，将被测电机通过轴连接至负载。该轴配有速度传感器（转速表）以及一套扭矩传感器（提供用于计算机械功率的数据）。该系统提供包括速度、扭矩和机械功率在内的数据。某些系统还包括电功率测量功能，以便计算效率。

通过以下公式计算效率：

$$\eta \text{ (效率)} = \frac{\text{机械功率}}{\text{电功率}}$$



在测试过程中，通过负载变化来确定各种操作模式下的效率。测试平台系统可能看起来很简单，但存在一些固有的缺点：

1. 电机必须停止工作。
2. 电机负载不能真正代表电机工作时所承受的负载。
3. 在测试过程中，生产运行必须暂停（导致停工）或必须临时安装替代电机。
4. 扭矩传感器价格昂贵且工作范围有限，所以可能需要用多个传感器测试不同电机。
5. 能够适应各式电机的测试平台价格昂贵，而此类测试平台的用户通常是专业电机维修或开发机构。
6. 没有考虑到“真实”的工作条件。



电机参数

电机专为取决于负载的特定类型应用而设计，所以每台电机具有不同特性。这些特性根据 NEMA（美国电气制造商协会）或 IEC（国际电工委员会）标准来划分类别，对电机的运行和效率有直接影响。每台电机都配有铭牌，用于详细说明符合 NEMA 或 IEC 建议的电机关键运行参数和效率信息。铭牌上的数据可用于将电机规格与真实运行使用模式进行比较。例如，对比这些值时，您可以了解电机正在超过其预期速度或扭矩规格，在这种情况下，可能会缩短电机的使用寿命或造成电机过早出现故障。与电能质量不良有关的电压或电流失衡以及谐波等其他影响也可能会降低电机性能。如果存在上述任一情况，则电机一定会“降额”——即一定会降低电机的预期性能，如果所产生的机械功率不足，则可能会导致生产过程中断。降额是按照与该类电机指定数据相符的 NEMA 标准进行计算的。NEMA 和 IEC 标准确实有一些差异，但大致遵循同样的思路。

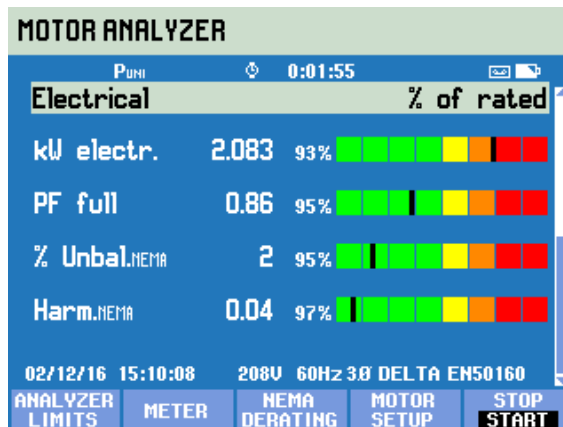
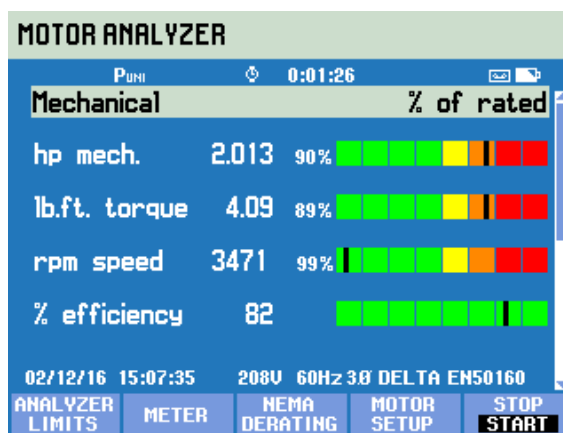
真实工作条件

在电机测试平台上测试电机通常意味着是在最佳条件下测试电机。与之相反，电机在工作时通常不存在最佳运行条件。这些运行条件的差异都会导致电机性能下降。例如，工业设施内部可能装有直接影响电能质量的负载，造成系统失衡或可能造成谐波。上述各种情况均可严重影响电机性能。此外，由电机驱动负载可能无法达到最佳状态或无法与电机的原始设计保持一致。对电机来说，负载可能过大而无法正确处理，或者由于不良过程控制导致过载，甚至可能因异物阻塞泵或风扇叶轮造成过度摩擦而形成阻碍。记录这些异常情况可能很困难，而且有效解决问题会非常耗时。

新方法

Fluke 438-II 电能质量和电机分析仪可提供一种颇具成本效益的简单方法来测试电机效率，根本无需使用外部机械传感器，并能避免停工产生的高昂成本。Fluke 438-II 以 Fluke 430-II 系列电能质量和电能分析仪为基础，具有电能质量测量的全部功能，同时还可不停机的情况下测量电机的机械参数。使用电机铭牌提供的数据（NEMA 或 IEC 数据）配合三相功率测量，438-II 可以计算实时电机性能数据（包括速度、扭矩、机械功率和效率），而无需额外使用扭矩和速度传感器。438-II 还可直接计算运行模式下的电机降额系数。

由技师或工程师输入 Fluke 438-II 执行这些测量所需的数据（包括符合 NEMA 或 IEC 分类的额定功率（以 kW 或 hp 为单位）、额定电压和电流、额定频率、额定 $\cos \phi$ 或功率因数、额定运转系数和电机设计类型）。



工作原理

Fluke 438-II 装置可通过对电气波形信号应用专用算法来提供机械测量（马达转速、负载、转矩和效率）。该算法结合了基于物理和数学驱动模型的感应电机混合体，无需进行任何预测量测试（需要估计电机模型参数，如定子电阻）。电机速度可通过电流波形中的转子谐波进行估测。电机轴扭矩则可通过众所周知但复杂的物理关系与感应电机电压、电流和事件相关联。使用输入电流和电压波形测量电功率。根据获得的扭矩和速度估测值，使用扭矩和转速计算出机械功率（或负载）。用机械功率估测值除以电功率测量值计算出电机效率。福禄克用功率仪器针对电机驱动进行了大量测试。测出实际电功率、电机轴扭矩和电机速度，并与 438-II 提供的值相比较，从而确定精度。

总结

虽然测量电机性能和效率的传统方法规定得很清楚，但不一定能广泛实施。这在很大程度上归因于与电机（有时是整个系统）停止运行（出于测试目的）相关的停工成本。Fluke 438-II 可提供非常有用的信息（到目前为止，这些信息一直极难获得且代价昂贵）。此外，Fluke 438-II 还采用了先进的电能质量分析功能，可在系统处于真实运行模式时测量电能质量的整体状况。通过取消外部扭矩和速度传感器简化了电机效率的测量，可在电机工作时分析出大多数工业电机生产过程的性能。这使得技师能够减少停工时间，并使他们有机会对持续时间内的电机性能进行趋势分析，获取有关系统整体状况和性能的完整信息。通过对性能进行趋势分析，可以查看一些变化（可能指示电机即将出现的故障），从而在故障发生前更换电机。

Fluke 让您的工作畅通无阻。

福禄克测试仪器（上海）有限公司
电话：400-810-3435

北京福禄克世禄仪器维修和服务有限公司
电话：400-615-1563
福禄克测试仪器（上海）有限公司上海维修中心
电话：021-54402301, 021-54401908分机269
福禄克测试仪器（上海）有限公司深圳第一特约
维修点
电话：0755-86337229

©2016 福禄克公司
8/2016 6008191a-cnzh

未经许可，本文档禁止修改