

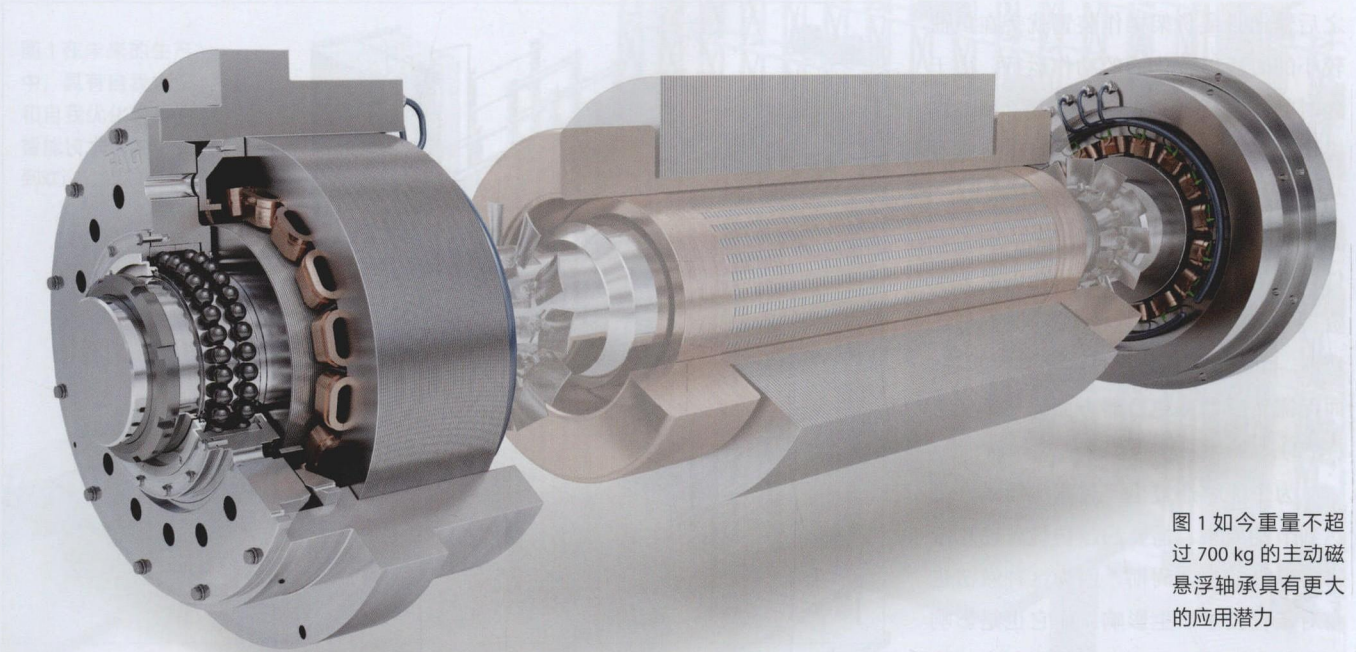


图1 如今重量不超过 700 kg 的主动磁悬浮轴承具有更大的应用潜力

磁轴承

轴的可靠悬停

磁轴承市场需求增长的同时，在小型设备中的应用需求也在上升，于是现在就出现了轴的重量不超过 700 kg 的主动磁悬浮轴承系统，再加上状态监控系统更加成熟，它可以在轴掉落后立即检测轴承的状态。

文 | Stefanie Michel

Schaeffler 公司生产安全轴承已有 30 多年，因此公司在上一届汉诺威博览会的运动、传动和自动化展 (MDA) 上首次推出自己的主动磁悬浮轴承系统，这也是对现有产品组合的补充，该系统包括安全轴承、磁轴承、控制器以及状态监测系统。

与常见磁轴承系统不同的是，FAG 主动磁悬浮轴承的磁性轴承系统和安全轴承相互匹配，只要出现一次轴掉落，FAG Procheck 这样的状态监测系统就可以迅速检测轴承状态，使用这种系统后就不再需要通过目测鉴定安全轴承的状态了，由此可以缩短机器设备的停

机时间。

准确预测轴掉落时的表现

2013 年介绍过的系统早已投入使用，如今 Schaeffler 公司又有了哪些进一步的措施？正如磁轴承应用领域负责人 Carsten Duppe 所言，Schaeffler 公司通过试验设备进行了大量论证测试，研究人员检查安全轴承系统在过载或停电时是否能够支撑一个高速旋转且重达 9 t 的轴。Duppe 说：“我们现在可以准确预测到出现掉落时的现场情况，以及轴会出现的问题，由此开发和设计出符合顾客安全要求的机器设备。”

在采用西门子驱动技术方案的现有大功率设备不断发展的同时，也出现了针对小型设备的应用需求，如用于分散式能源发生装置，于是 Schaeffler 公司开始为这一市场自主研发一种采用小型电子装置的系统。这样便有了重量不到 700 kg 且专门针对客户需求的主动磁悬浮轴承系统，其动力和电控部分来自 INA-Drives & Mechatronics 有限公司，使用的是标准化驱动部件以及来自 Beckhoff 的 HMI (图 1)。

电子装置提供的动力范围应与西门子的产品类似，因为对于磁轴承而言，高电压和高电流十分重要，以便能

够迅速调节动力。“与使用 125 V 电压工作的产品相比，我们正在研发的小型设备的电压是其 3 倍，达到 380 V，大型系统的电压也是其两倍。” Duppe 介绍道。这种大功率电子装置除了允许磁轴承拥有更大的空气间隙外，还能满足客户在电力性能方面的个性化需求。通过恒定电压下的较高电流，可以提高磁轴承的动态荷载，即使不平稳的转子也可以安全而稳固地置于磁轴承上。

从部分轴承到安全轴承系统

该产品并非完全重新研发，而是已应用于机床领域的圆形工作台，针对磁轴承系统人们只是扩展了 Idam 电子装置，这样微控制器也配备了相应的动力，为将来在自主调节方面的开发做好了准备。对设备使用者而言，Schaeffler 自己的方案同样具有优点，以前每个过程都必须配备独立的大功率电子装置，现在通过设置 FAG 磁悬浮轴承电力装置的参数，客户就可以独立调节磁轴承的运行。

磁轴承和安全轴承相互匹配

磁轴承的核心部件是相互匹配的磁



性系统和安全轴承系统，在此安全轴承是一个关键部件，它主要包括由内环、外环和陶瓷球组成的主轴轴承，此外还有轴承箱、阻尼和偏压弹簧（图 2）。安全轴承的密封独一无二地采用了非接触式密封。

人们对这种安全轴承的要求非常高，因为它必须能够承受无法预测的较高过程作用力，运行中的故障可能由停电或过程作用力过大导致，磁轴承本身只能抵消一定的作用力，最大负载会被转移到安全轴承系统中，因此该系统具有一定的特点，如 Duppe 所介绍的那样：“这种轴承必须能够承受脉冲力，由于它要在最短的时间内从停机状态加速到最高转速，所以必须具有很高的动力并能承受很高的强度。之后它必须将这些力量传递出去，同时不能对自身造成损害，此外还必须确保机器设备的功能。”

定制化的系统仿真和工程服务

如果客户决定使用磁轴承方案，

图 2 安全轴承由一个带陶瓷球的主轴轴承组成，此外还包括轴承箱、阻尼和偏压弹簧

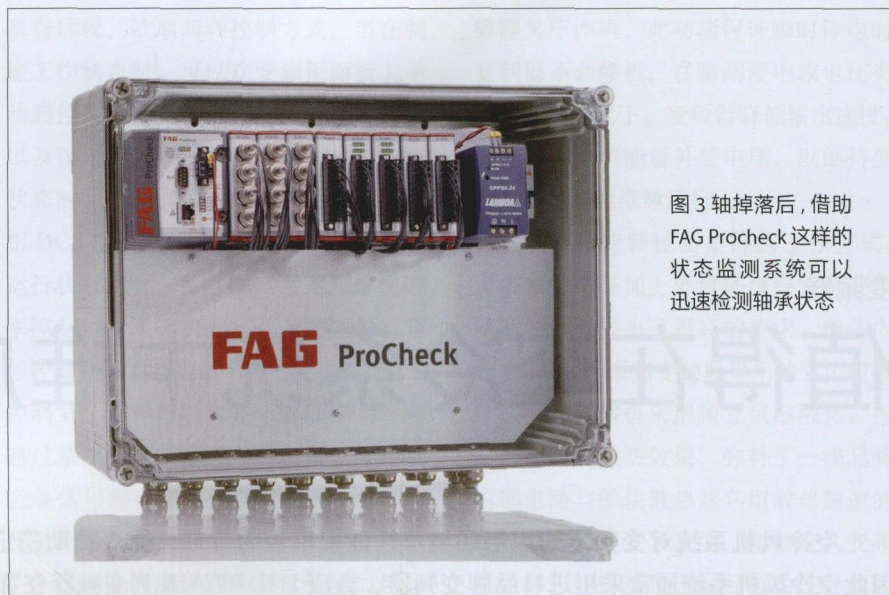


图 3 轴掉落后，借助 FAG Procheck 这样的状态监测系统可以迅速检测轴承状态

就必须有相应设备与之匹配，对此 Schaeffler 公司也会在系统仿真和轴承技术方面提供专业支持。客户自己提出对轴转子动力的要求，而滚动轴承专家们则负责工程方面的问题。Schaeffler 公司自己设计并制造磁轴承和安全轴承，Bearinx 这样的专业软件为内部设计提供支持，为了比较计算结果与实际值，还必须通过测量对系统进行检测。虽然整个工程到安装结束可能会持续几个月，但后期调试会较为迅速，出现的问题也会减少。

FAG 主动磁悬浮轴承是 Schaeffler 公司研发的一整套系统，它能满足顾客不断增长的、针对小型和大型设备可靠性及牢固性的要求（图 3）。安全轴承与主动磁悬浮轴承方面的核心技术、系统分析、标准化控制以及电力电子装置的使用大大提升了性能和效率。

借助在线状态监控和连续过程优化，状态监控系统指出了向工业 4.0 发展的道路。这一系统可以识别早期出现的损害及原因，以便及时采取适当应对措施。由于系统的可靠性增加，整体设备效率 (OEE) 和整体拥有成本 (TCO) 都得以改善。通过远程控制以及 Schaeffler 公司专业的轴承和系统知识，操作人员不需要亲临现场就能够发现机器的故障和损伤。MM