

智能执行器满足对更高连接性、应用灵活性和成本效率日益增长的需求

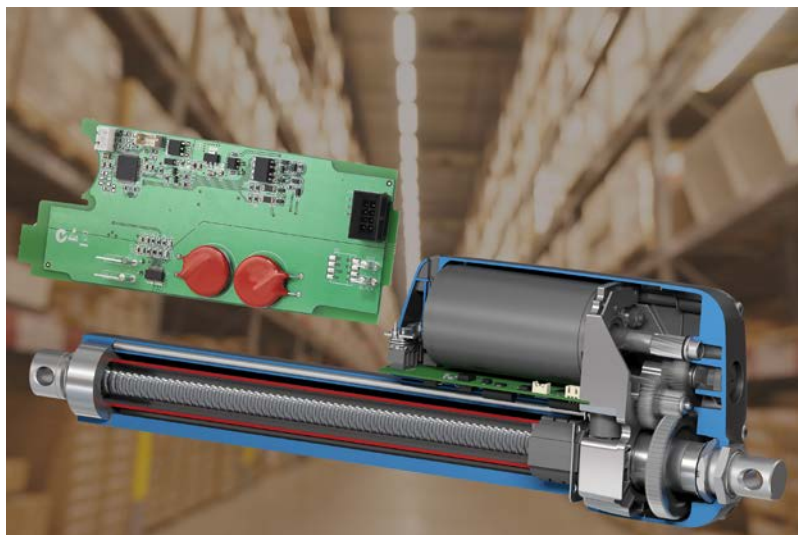
执行器始终处于自动化的前沿，提供了扩展人类能力的“推拉”动作，从而能够操作从精细作业、机器人、拾取放置应用，直到 10 吨农业联合收割机的各种应用。现在，随着工业界日益数字化和互联化，新一代执行器在克服越来越严峻的环境条件的同时，正在变得更智能、更简单和更经济。

智能驱动简史

从机械驱动向电动驱动的演变始于 50 年前的信息时代初期，当时的执行器设计师开始通过添加外部设备（例如继电器和位置监测装置）来满足对机械操作更多信息的需求。早期的驱动系统仍然需要一些人工干预，但是由于对更方便的操作、更高的性价比和环境保全的市场需求推动了执行器设计创新，驱动系统在上世纪七十年代开始出现变化。

最关键的创新是将微电脑芯片内嵌到执行器中。这一创新始于上世纪九十年代并且在新世纪大放异彩，它使得以前的外部功能（如开关、位置反馈和系统诊断）能够集成到执行器中。在 2013 年，Thomson Industries 公司推出了第一种带嵌入式标准网卡的执行器，简化了网络间参与。智能驱动正式成熟。

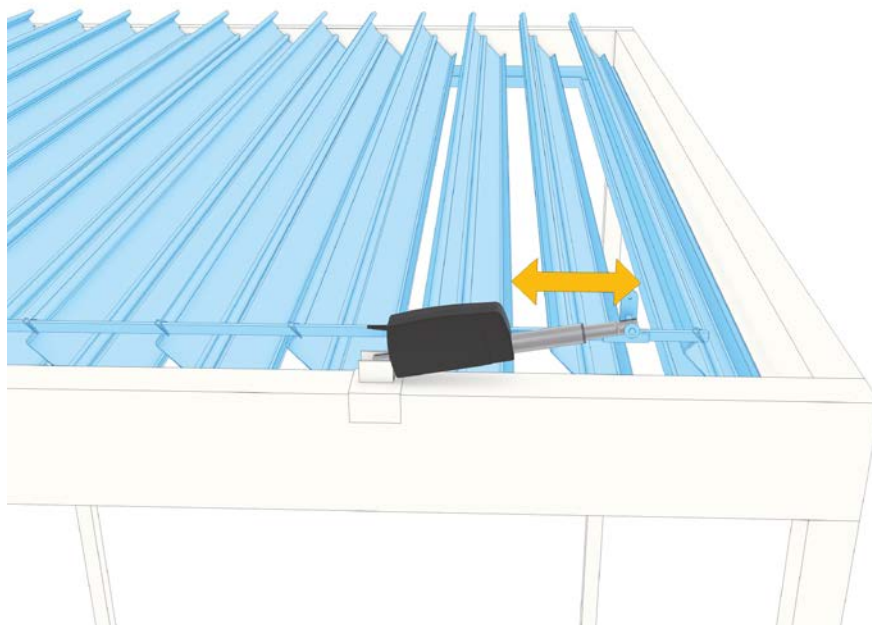
现在，由于执行器用户仍在为其操作寻求更好的易用性、连接性和可视性，更智能的执行器正在不断推出。这些执行器配备完善，可提供更好的控制和可靠反馈，同时支持在十年前几乎无法想象的应用开发。



智能执行器将电子元件集成在执行器外壳内，能够根据来自常见外部源（如可编程逻辑控制器（PLC））的信号自动控制开关、同步和联网。

集成电子元件的优点

通过在执行器外壳内集成电子元件，智能执行器能够根据来自常见外部源（如可编程逻辑控制器（PLC）或者其他控制单元）的信号自动控制开关、同步和联网。参与更复杂的自动化方便变得可行，同时更紧凑的系统空间简化了操作并且降低了拥有成本。



智能驱动被用于许多结构自动化应用，例如这个户外露台，它使用机电直线执行器来打开和关闭百叶窗

实现这种集成的关键嵌入式功能包括：

- **低电平电源开关。**传统执行器通常依靠大型低能效继电器或独立控制器来伸出、缩回或停止伸缩管。通过使用板载电子元件来控制电源，开关或触点的电流可以从 20A 降低到小于 22mA，从而能够实现更简单、成本更低的系统设计。执行器可以编程为使用低电流信号伸出、缩回或停止伸缩管，提供更平稳的启动。这可以降低触电危险，从而提高安全性，通过允许使用更低额定值的控制部件来简化设计，并且降低对系统电池和充电系统的压力。

低电平电源开关还通过动态制动改善了位置控制。一旦切断执行器的电源，根据执行器的安装方式，它可以在 5 到 10 mm 的惯性滑动后达到完全停止。电动执行器能够实现动态制动功能，通过电子方式强制执行器内的电机引线短路，可以将惯性滑动减少到大约 0.5 毫米。这可以提高重复精度和定位能力。

- **行程末端指示。**出于安全和性能原因，知道执行器什么时候到达行程末端是非常重要的。如果执行器被用于将设备锁定到位，则由输出触发的简单 LED 灯可以确认其已锁定并保护操作人员免遭不安全条件。该功能还可以配置为通知最终用户到达行程末端，提供安全联锁的同时还延长了执行器的工作寿命。

- **总线操作。**集成电子元件使得执行器能够应用网络标准，例如美国汽车工程师学会推荐用于重载车辆控制器局域网（CAN）总线的 J1939 标准。J1939 是一种

高级通讯协议，为电子控制单元（ECU）控制的网络节点间通讯提供了标准报文结构。代表一个 J1939 总线节点的执行器模块上的每条消息都带有一个标准标识符，指示了消息优先级、数据和 ECU 源。这能够实现共享相同网络并且符合报文结构的支持设备的即插即用互换。

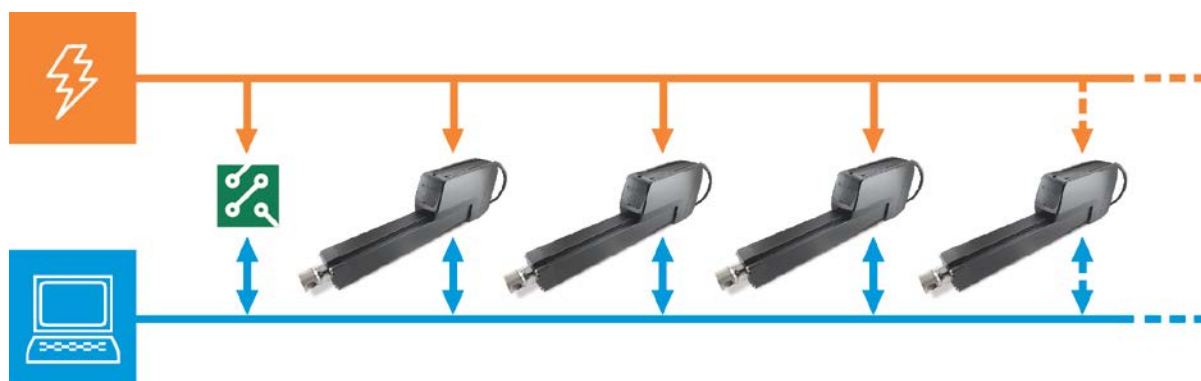
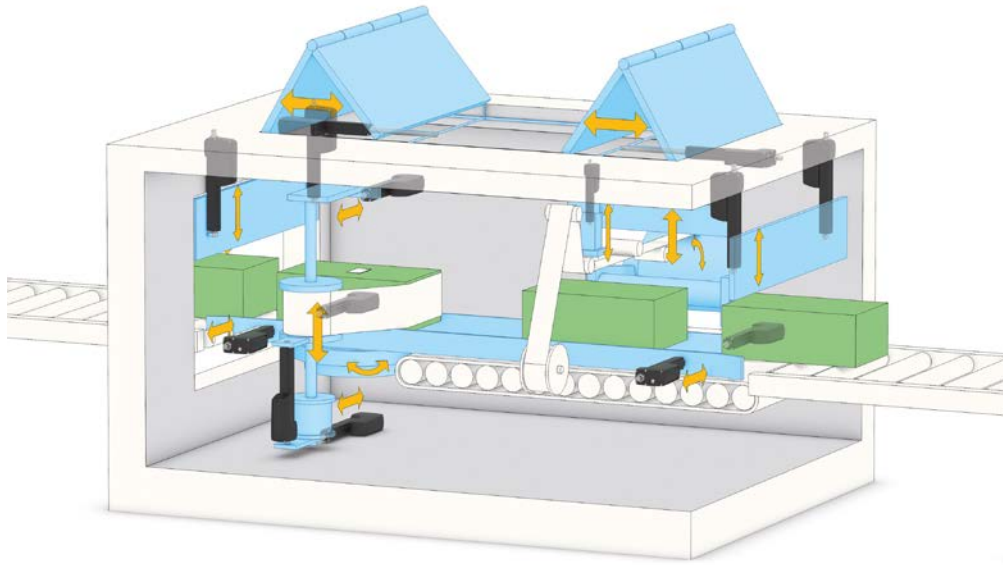


图1. 采用 CAN 总线的系统。

图 1 显示了一个典型的 CAN 总线网络，四个带内置 CAN 总线兼容智能并且直接连接到电池和控制源的执行器。绿色方框代表可能连接到网络的传动装置、传感器或其他部件。橙线代表传输系统所需低压电的两线总线，蓝线代表用于信息交换的电线。

虽然 J1939 是一种非公路车辆应用中十分常用的通讯协议，集成电子元件正越来越多地用于工厂车间、物料搬运和其他应用。带集成电子元件的执行器现在可以编程加入涉及工业通讯协议（如 HART）和网络协议（如以太网）的网络和系统。

- 这种高级位置控制和开关使得驱动器可以编程执行无限数量的运动配置文件和自定义运动策略。例如，用户可以编程执行器向前移动几毫米，或者进行一组前后运动来到达所需位置。由于系统知道应该做什么并且可实时监控性能，它可以标记潜在差异并触发高级算法来控制进一步的报警、更正或关闭。



在机器中使用智能执行器的网络互联工厂可以通过增强的控制功能和更好的设计灵活性，从降低的维护和停机时间中获益

- 同步。通过集成电子元件和网络，系统开发者将能够更好地同步多个执行器的操作。智能执行器的用户将能够配置启动和停止指令，并且执行器电子元件可以处理同步。

可靠反馈

机电执行器通过提供绝对位置反馈（传统上通过外部电位计、编码器、限位开关和控制器实现），在重载、精密应用中表现出对液压驱动执行器的优势。将电子部件集成到执行器中提供了可在行程中任意一点实现模拟或数字绝对位置反馈的额外优点。

为了提供模拟位置反馈，内部电子器件中模拟的电位计将发送电压信号，向用户提供从行程起点到末端的模拟绝对位置、速度和驱动方向。它们还可以记录位置，因此如果出现断电，无需返回到零位并重置执行器。由于许多非公路机动(MOH)车辆都是按季运行的，可能会闲置8到9个月，因此断开电池防止其耗竭有时是很有用的。如果出厂时没有设置绝对位置功能，则用户必须在重新连接电池时重新校准。

数字位置读数可以来自一个集成的霍尔效应编码器，它提供单脉冲数字信号来指示增量位置和速度。这可以通过指示实际位置变化和速度来改善控制。

更智能的监测、诊断和维护

除了返回实时位置数据给用户之外，网络还可以返回温度、电流、速度、电压和其他变量的持续监控结果，从而实现高级状态监控、诊断和错误处理。由于执行器不断自测，反馈速率可达每秒10次。例如，如果执行器检测到问题（如超出温度阈值），执行器可以行程中停止或完成其编程运动（完全缩回或伸出），并

发送错误标记到计算机 - 全部在几分之一秒内完成。以下是现在可以空前效率监测的一些变量：

- **电流。** 电流监测是一项重要的安全功能，可在超载时关闭执行器并且无需传统的机械离合器。
- **电压。** 如果电压连续监测检测到执行器在可接受范围以外的环境中运行，则可以通过防止运动来保护执行器。
- **温度。** 监测执行器的内部温度，如果超出可接受的温度范围，则执行器将在伸出或回缩行程后关闭。内置温度补偿功能使得执行器能够在低温下推动额定负载，而不会出现误跳脱。
- **负载。** 跳脱点可以在组装时校准，以确保可重复的过载跳脱点，不受部件和装配变化影响。这不仅可以确保性能稳定性，而且还可以满足用户的现场重新校准需求。

通过集成电子元件，所有这些功能都可以立即提供给最终用户，并且可以通过网络在外部故障排除中共享。一旦问题被识别，集成标准的即插即用能力可以简化维修和更换。如果更换有问题的液压执行器，那么可能需要来自制造商的服务电话、数小时甚至数天的拆卸、重新组装、系统排放和测试，而智能执行器则可在不到 20 分钟内完成更换。

环境抗性

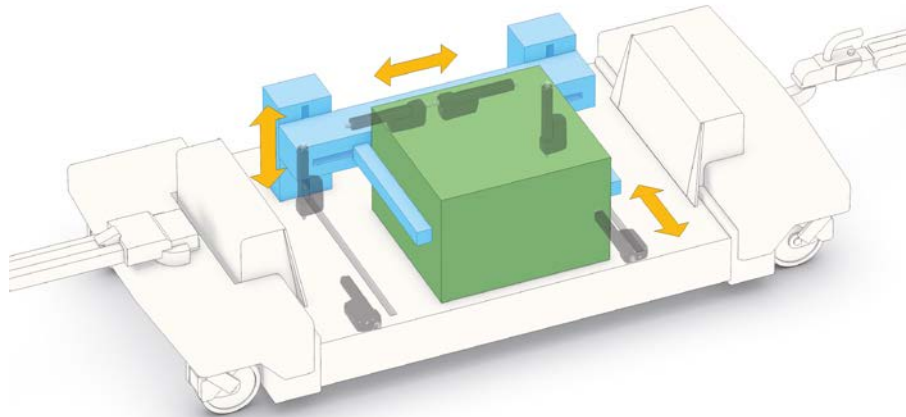
自监测能力使得智能执行器更易于操作和维护，而且复杂的电子器件还可能存在一定的漏洞，也使得这种监测必不可少。为了确保可靠运行，需要设计可满足最严格的行业标准的执行器，以防止固体和液体进入、承受极端温度、运行振动、冲击、腐蚀、电压变化和电磁干扰。

并非所有执行器都必须防护全部环境冲击，每个 OEM 制造商都需要自己的标准。同样，供应商已经开发了自己的一套程序来满足这些标准。嵌入先前外部装置的执行器的主要优点是出厂时已经符合相应标准，系统一旦安装就无需重复。

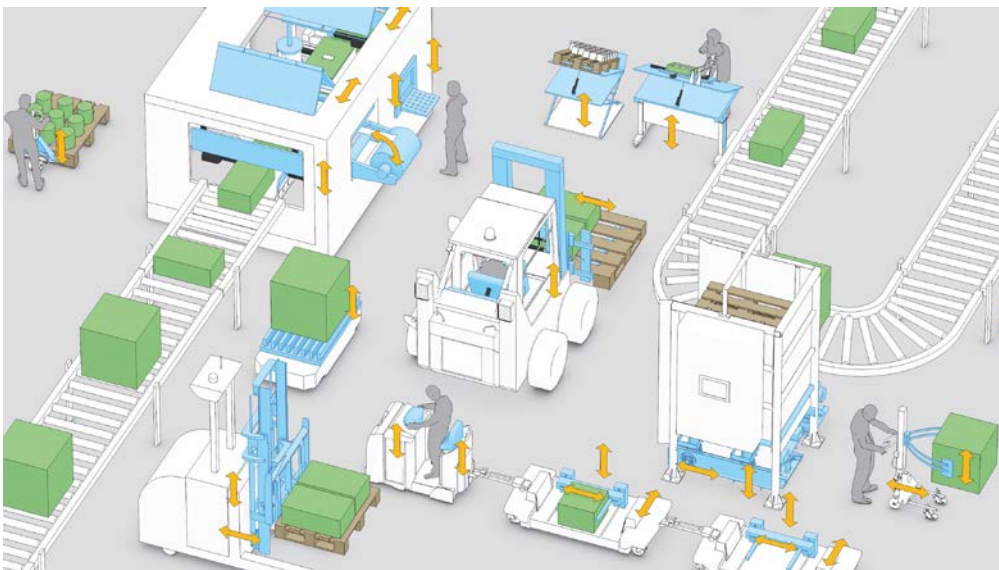
智能执行器应用

智能执行器正在进入众多行业。MOH 车辆市场是第一个采用智能执行器的市场，部分原因是拥有现场控制和自动化功能可以获得巨大的成本和性能优势。然而，所有应用都是可考虑的备选市场。以下是已经开始“智能化”的一些市场案例：

- **工厂自动化。** 为纺织行业提供定制工业自动化系统的供应商采用了低电平开关功能来替代昂贵的外部继电器。这使得该供应商更易于为客户提供更紧凑的自动化系统。内置电位计还为他们提供了关键的位置信息。
- **机器人。** 如果没有智能执行器，自动代客泊车系统的设计人员很有可能无法完成他们的设计方案。客户用他们的手机发出取车信号，然后执行器驱动的机器人装置会将车辆交付给客户。
- **物料搬运。** 物流挂车的制造商使用执行器来帮助提高负载能力、调节运行和减少维护。低电平开关、验证定位和行程末端关闭是物料搬运中最常用的功能。

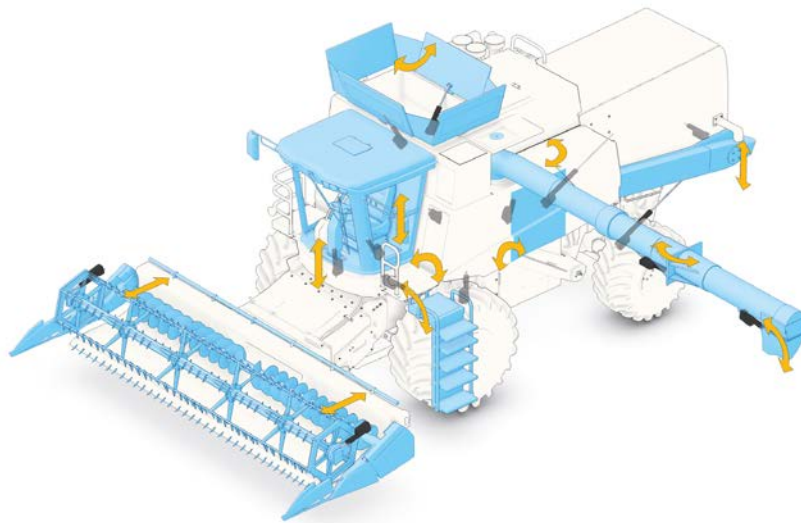


智能执行器为物流挂车和自动导引车（AGV）提供了精确控制和可靠反馈



一旦智能驱动被引入到设施的自动化过程中，获益是直接和指数性的。更好的灵活性和即插即用功能简化了机器设计，增强了控制功能并且降低了能耗

- **建筑和农业设备。**一家初创的联合收割机制造商使用了 J1939 联网功能，以通过具有吸引力的产品进入市场。它能够提供 5 个轴上的执行器集成控制，包括除石器门、门闩、梯子、粮箱和螺旋钻。
- **太阳能。**为了最大限度地储存能量，许多太阳能电池板必须同步移动以跟随太阳。一家太阳能电池板制造商通过智能执行器实现了追日，并且充分利用了内嵌的 J1939 CAN 总线兼容性。



非公路机动车辆是一个主要使用 CAN 总线版 J1939 协议的市场

- **废物处理。**一家垃圾处理系统制造商依靠低电平开关来替代昂贵的继电器，并使用集成的行程末端信号来消除外部限位开关的成本和复杂性。集成电子器件以及连接电缆到普通插头还消除了对 5 米长的外部电缆和专门捆扎线束容纳该电缆的需求。

下一代智能执行器

鉴于其计算和通信能力，不难想象扩大智能执行器的通讯范围，以实现与其他类似增强型传感器、数据采集装置和生产设备、以及其他执行器的集成。因此，如今智能执行器已经准备好加入新兴的工业物联网（IIoT），在该网络中每个设备不仅具有智能和组网能力，而且还带有互联网地址以及共享和订阅信息源的能力。而工业物联网（IIoT）是更广泛的工业革命的一部分，其中计算、通信和物理区域将在没有人类指令的情况下越来越多地相互作用。这也被称为物联信息系统，或者工业 4.0，将实现全新水平的生产效率、经济性和安全性。智能执行器已准备好继续发展，以满足未来应用要求的连通性和信息透明度需求。