

# 耐用的扭矩传感器是协作机器人成功的关键

制造和使用协作机器人是一种近年来新兴的现象——第一台协作机器人于 1996 年问世。然而，协作机器人现在被认为是工业自动化中发展最快的领域之一。

四年时间里的协作机器人  
安装量 机器人总安装数量降低

翻倍  
(1.1 万到 2.2 万)

7%

世界机器人 2021 年工业机器人报告，国际机器人联合会，  
2021 年 10 月

## 但是，为什么选择协作机器人而不是完全自动化呢？原因是：效率。

在一些应用中，机器人与人一起工作的效率远远高于完全自动化解决方案或纯人工解决方案。协作机器人不仅可以承担可能对人工操作员造成伤害的重复性、限制性任务，还能提高这些任务的速度和精确度。此外，协作机器人与人类相比能实现更强的力和扭矩，这在操作人员容易出现肌肉疲劳的应用中尤其有用。而且，使用协作机器人后，员工能够处理更复杂的任务。

协作操作是人类操作协作机器人执行各种任务的过程，并且这种协作操作也有着显著优势。使用协作操作，工厂经理和操作人员能够同时具备机器人的效率和精度与人类处理语境线索的能力，比如焊接、照明、钻孔和打磨。

协作机器人越来越受欢迎的另一个原因是，使用门槛降低了。与完全自动化相比，协作机器人不需要在工程上花太多时间，因为它们通常不用于更复杂的任务。因此，协作机器人有着能够以更低的成本提供自动化功能的优势。

## 案例：大型机器人公司的协作机器人

TE Connectivity (TE) 与一家大型机器人公司合作以优化其下一代协作机器人。作为市场领导企业，该公司需要一款满足行业领先要求的协作机器人，这些要求包括高水平的功能安全性、高承载能力和更高机械臂速度，以及轻量级的设计。

本质上来说，这款协作机器人必须设计紧凑、准确且安全性极高，同时还能够在具有高扭矩和热波动并且空间狭小的环境中完成复杂的功能。

## 挑战：在最小的空间实现最大的功能

几乎所有机器人应用中，最具挑战性的领域之一就是关节。不仅空间极度受限，而且元件必须足够耐用，能够承受机器人工作时的长时间重复运动和高扭矩。

由于原始设备制造商 (OEM) 应用的功能要求，机械臂关节需要承载很高的横向载荷，并且需要进行倾斜运动。甚至关节本身的位置也使它更容易受到力的影响。然而，OEM 都需要传感器始终能够进行精确的测量，而不受扭矩的影响。因此，耐用的扭矩传感器是这个项目的基本要求。

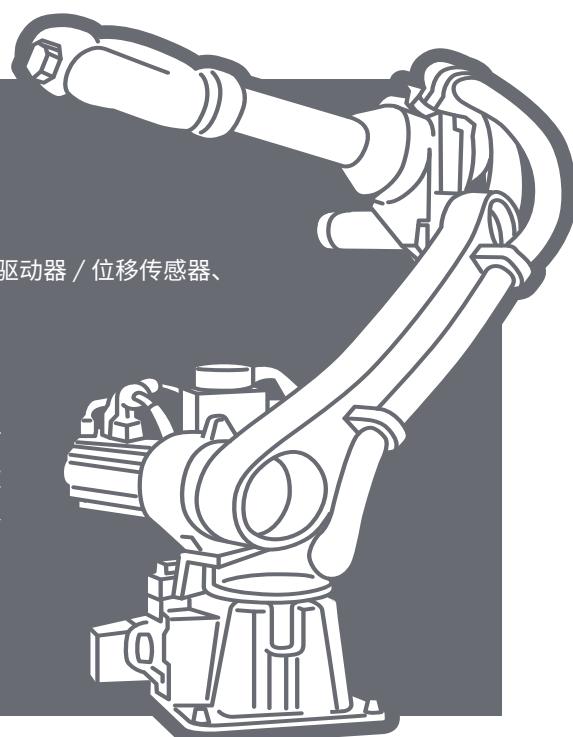
另外一项挑战是温度稳定性。由于整体设计，关节位于电机附近，从而受到其他温度波动的影响。工程师需要降低关节对热量的敏感度，以维持高水平的精确度。

### 机械臂关节结构

机械臂关节包含一个扭矩传感器、一个齿轮单元 / 齿轮驱动器、一个电机驱动器 / 位移传感器、一个用于电机的功率转换器和几个电源。元件数量多会导致复杂性提高。

这个项目的 OEM 要求元件电缆能穿过一个直径 8 mm 至 10 mm 的孔。

每次打孔供电缆穿过时，都会改变整体设计的应力性能。因此，必须针对每个协作机器人应用定制关节扭矩和安全扭矩传感器的输入和输出，但这又带来了另一个难题，那就是每个设计都是独一无二的，需要专门针对各自特定的扭矩范围、厚度和质量优化应力条件。





## 解决方案：坚固的矩传感器提高了耐用性

TE 利用在航空航天、铁路、制造业等领域的跨行业专业知识以及广泛的产品组合，为该客户设计定制解决方案。由于客户有特定的规格要求，因此扭矩传感器、附加连接器和电缆组件对于项目是否成功尤其关键。

### Microfused 传感器技术提高了可靠性

TE 的扭矩传感器在电桥配置下使用高度灵敏的硅应变仪测量隔离膜在外部压力下变形情况。通过 TE 的 Microfused 传感器技术，使用玻璃将硅稳定可靠地粘接到不锈钢上，很好地满足应用的温度调节要求。这种粘接也有助于将应力从钢转移到硅，从而在长期使用中实现准确扭矩测量。

Microfused 传感器技术提供优秀的过载能力，满足 OEM 对协作机器人手臂中高承载能力的需求。采用 Microfused 传感器技术可以反复承受 200% 额定负载，而在 500% 额定负载下会产生结构失效。

此外，TE 的扭矩传感器配有采用电气隔离的通道的测量仪。两个数据通道馈送到单个芯片中，该芯片也具有隔离的通道，保持独立数据输出的完整性。这样可以实现在一个物理结构的不同位置进行两次真正独立的测试，从而提供双重冗余的精确度、置信度和安全性，满足 OEM 的需要。

### 通过冗余保持功能安全性

隔离通道设计中的双重冗余也使交叉检查成为可能。在协作机器人工作时，机器会比较独立测量结果，并根据 OEM 要求的安全标准在失败时停止运转。TE 与客户合作设计，使协作机器人能在两次测量结果相差很大时触发一个出错信息。



扭矩传感器

除了提供额外的可靠性和安全性，TE 还专门设计了扭矩传感器来减少交叉负载误差，其实现方式是通过控制钢的几何形状及其位置，并微调传感区域的维度来满足客户特定测量和要求，要求包括兼容传感器的满量程（20-900 牛顿米）。

#### 完整的产品组合更加可靠

为了帮助提高安全性，OEM 要求在传感器测量扭矩时电缆的挠曲变形小（或刚性水平高）。TE 在整个协作机器人手臂上使用连接器和电缆组件来加强客户的功能安全性标准。

TE 将所有元件共同组装在协作机器人的每个子功能单元上。与这些元件的制造商合作，有助于确保从关节到关节的内部连接和通信系统能够按照设计要求实现共同工作，从而让该项目更加可靠。

TE 元件也在末端工具接口中用作基座连接器——在该界面中，连接了直流电源、以太网、传感器元件和制动单元。每个元件都做了屏蔽，可承受振动、冲击、温度等因素的变化。

### 结论：全球资源、跨职能专业知识、定制解决方案

在 OEM 提供的非常具体的测量范围内，设计具有精确度、可靠性、热阻和安全性的机器人解决方案需要超高的工程技术。每个单独的项目都在给定的参数中进行了优化，以提供尽可能最优的性能。

幸运的是，TE 十多年来一直在对这一技术进行微调。凭借跨行业的经验（包括为航空航天行业设计扭矩传感器的经验），工程师将之前学到的知识应用到该客户的协作机器人应用中，从而为 OEM 提高了可靠性和耐用性。

TE 的全球业务覆盖能力也在这一协作机器人项目的成功当中发挥了作用。TE 建立了一支跨不同职能和业务部门的团队，力图在短时间内开发出全面定制的解决方案。未来几年，协作机器人预期将会实现快速增长，由于 TE 能够不断适应市场来帮助客户发展，从而成为了客户的一个重要战略合作伙伴。

可靠的连接器、耐用的扭矩传感器和全球跨职能专业知识，所有这些都为打造未来人机混合工作场所发挥了重要作用。

是否有兴趣详细了解 TE 适用于协作机器人应用的元件和专业知识？[请立即与我们联系。](#)

---

[te.com](http://te.com)

©2022 TE Connectivity。保留所有权利。

TE Connectivity、TE、TE connectivity（徽标）、无限连动，尽在其中（Every Connection Counts）和 Microfused 是 TE Connectivity 及其下属关联公司拥有或许可的商标。此处提及的所有其他徽标、产品和 / 或公司名称是其各自所有者的商标。

本文档所提供的信息，包括图纸、插图和原理图等，仅用于说明性之目的，均被认为是可靠的。但是，TE Connectivity 对其准确性或完整性不作任何担保，也不承担与其使用有关的任何责任。TE Connectivity 仅履行 TE Connectivity 针对本产品制定的标准销售条款和条件中提出的相关义务，对于因销售、转售、使用或滥用产品而造成的任何偶然的、间接的或相应的损害，TE Connectivity 概不负责。TE Connectivity 产品的用户应自行评估，确定每种产品是否适用于特定应用。