



传感器技术的进步
将深远地塑造未来的机器人

Subtotal 1061000

利用先进传感器解决方案克服挑战

机器人产业的快速发展推动了机器人在多个领域的应用。然而，这种扩张也带来了巨大的挑战。HBK 是这一领域的专家，提供测试、测量和传感器集成解决方案，帮助工程师将富有远见的概念变为现实。他们利用先进的工具和传感器，通过实时数据驱动测试和决策，优化机器人系统的性能。

机器人技术面临的自动化和数字化挑战

在当今现代工业的所有最新发展中，最引人注目的莫过于机器人技术的迅猛发展。机器人和机器人技术的应用已迅速扩展到多个行业，预计到 2032 年，机器人技术产业的价值将达到 2830 亿美元。

机器人和机器人技术的应用已迅速扩展到多个行业，预计到 2032 年，机器人技术产业的价值将达到 2830 亿美元。根据普雷森斯研究公司 (Precedence Research) 的预测，在 2023 年至 2032 年期间，该市场每年将增长近 15%。

因此，新的市场趋势在出现，包括自主机器人的兴起，以及将机器人技术融入农业和运输等传统人力操作的领域。

然而，机器人产业仍然面临着几大挑战。机器人必须快速适应动态环境，无缝集成多个传感器，并可靠地识别和分类各种物体。

工业自动化是受影响的主要领域之一，其目的是通过自动化流程和机械来加强制造、材料处理和质量控制。尽管工业自动化非常重要，但它也带来了巨大的挑战，如高昂的实施成本和复杂的集成要求。

数字化也带来了更多的挑战。与云计算整合、确保合规性和管理网络安全风险都是巨大的障碍。顺利安全地集成数字系统对于数据保护和遵守法规至关重要。此外，数字化还涉及处理越来越多的数据，并确保各种平台和设备之间的有效互联。

先进的传感器技术在应对这些挑战方面发挥着至关重要的作用。它们使机器人能够精确高效地感知、解释和应对环境，同时为人类操作员提供可靠的信息。这些技术使机器人能够更加自主地运行，并适应不同行业不断变化的需求。

HBK 如何利用尖端传感器解决方案推动机器人技术创新

在快速发展的现代机器人技术领域，创新和精度是非常重要的，而 HBK 则是传感器测试、测量和集成的优选。HBM 是测量、测试和分析领域的专家，Brüel & Kjær 是全球声学 and 振动测量领域的专家，两家公司的合并创造了 HBK，一个融合了优秀传统和创造性的强大企业。

在过去的十年中，HBM 和 Brüel & Kjær 共同进行了数次收购，扩大了我们的专业领域，包括 LDS Test and Measurement、nCode、SoMat、Sound Answers、FiberSensing 和 ReliaSoft。

然而，我们的征程是持续不断壮大的 HBK 星群反映了我们对创新、新技术和新机遇的持续承诺，我们在机械、声音和振动以及电气这三个物理领域挖掘综合知识和洞察力的潜力。

我们近期收购了精密惯性和无线传感系统专家 MicroStrain，进一步丰富了 HBK 的产品，为特定的机器人需求提供量身定制的解决方案。

负责设计、测试和测量的工程师在实现远景概念的过程中面临着错综复杂的挑战。我们了解这些挑战，并致力于加快创新、精简流程和简化工作流程。

通过先进的传感器和工具，HBK 在概念与现实之间架起了一座桥梁，实现了无缝测试和数据驱动决策，同时提供关键的实时反馈和控制数据，从而优化了机器人系统的性能。

我们不仅提供产品，还与机器人行业的客户建立了牢固的合作伙伴关系。作为值得信赖的合作伙伴，我们的声誉建立在成功合作的历史以及提供行业先进技术和解决方案的能力之上。

HBK 是那些为机器人应用寻求创新、优质传感器解决方案的客户的可靠选择。通过将专业技术与对创新的坚定承诺相结合，我们有能力应对机器人技术的未来挑战，并推动这一充满活力的领域取得进步。

“HBK的技术专长和创新承诺推动机器人技术的未来发展

关于我们

- 服务 35,000 名客户
- 300+ 多名员工从事研发工作
- 80 多年的创新历程

机器人内部应用的先进传感器解决方案

HBK 提供全面的先进的传感器解决方案，以满足机器人技术的严格要求。从提高效率到增强自主能力，我们的传感器使工程师和设计师能够充满信心和創新地实现精确目标。

HBK 的机器人传感器解决方案

HBK 提供全面的传感器解决方案，旨在满足机器人技术的严格要求。无论是提高效率还是推动自主系统的发展，我们的传感器解决方案都能帮助工程师和设计师满怀信心地实现目标。

作为该领域的专家，HBK 为结构耐久性测试和应力分析提供应变片，确保产品的安全和性能。我们的解决方案还包括用于测量力、扭矩和称重的应变式传感器，以及可无缝集成到机器人系统中的惯性传感器和无线传感器。

我们的传感器使机器人能够探测和导航障碍物、收集实时反馈并准确定位。设计的重点是满足技术、重量和空间方面的限制，提供复杂机器人能力所需的可靠性和精确性。

HBK 提供多种选择，以满足不同需求：现成的传感器

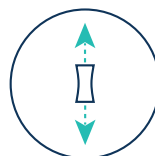
- **现成的传感器：**非常适合标准化测试，有大量标准参考资料可供迅速使用并与现有系统无缝集成
- **可定制的传感器解决方案：**根据特定应用要求定制的可调整标准传感器
- **定制传感器设计：**完全定制的解决方案，针对独特的空间或尺寸限制要求精心制作，可确保在苛刻环境中实现最佳性能

我们在美国马萨诸塞州马尔伯勒、德国达姆施塔特和中国苏州拥有通过 ISO 认证的工厂，确保大批量生产传感器组件，满足全球需求。精益生产原则和先进的自动化技术保证了所有工厂的效率和精确度，表明我们致力于大规模提供高质量的传感器解决方案，满足全球客户不断变化的需求。

“用于测试和无缝集成到机器人系统中的传感器技术”



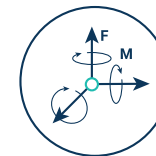
扭矩



应变



称重 / 力



多分量



加速度



无线

机器人传感器应用

对于原始设备制造商 (OEM) 的机器人设计人员来说, 无缝集成传感器对于确保机器人的最佳性能至关重要。传感器收集所有互动数据, 并向控制程序提供实时反馈。

HBK 可满足 OEM 机器人设计人员的需求, 为机器人系统的运行提供量身定制的测量解决方案, 作为综合测量解决方案, 将测量技术、传感器主体、电缆和电子元件整合为一个整体。

凭借我们的专业知识, 我们的工程团队可以设计出符合最复杂规格的传感器解决方案。

此外, 通过收购 MicroStrain, 我们扩大了机器人解决方案组合, 提供惯性测量单元 (IMU) 和完整的惯性导航系统 (GNSS/INS), 以满足定位和导航要求。

导航和定位

机器人依靠一系列复杂的传感器进行自主导航, 并精确地确定自己的位置。GNSS/INS 传感器 (类似于 GPS 系统) 使机器人能够可靠地绘制周围环境地图, 并按照预定路线行进。

在农业领域, 这些传感器可帮助机器人穿越广阔的田野; 在仓库中, 它们可确保移动机器人在高度堆叠的货架中获得最佳路径。

操纵和抓握

对于许多工业机器人和协作机器人来说, 精确操纵物体是一项关键技能。集成的力传感器使机器人能够以毫米级的精度抓取和操控物品, 最大限度地降低损坏产品的风险。

在工业环境中, 这些传感器可确保生产过程的高效和安全。通过测量关节上的扭矩和力, 或直接测量挠性板上的扭矩和力, 传感器可以提高安全性, 并将系统转变为一个具有持续反馈功能的智能系统。集成式多分量传感器解决方案可实现更好的操控性, 确保机器人对手头的任务施加必要的力, 无论力的大小。

自主运行和控制

机器人的自主性依赖于传感器的智能组合, 如GNSS/INS 传感器、力传感器和压力传感器。这些先进技术使机器人能够做出实时决策, 并对环境变化做出反应, 确保安全高效地运行。

例如, 在医疗领域, 这些传感器可确保机器人辅助外科手术的精确性。



机器人传感器细分市场：探索机器人技术的多样性

从制造业到医疗保健业，工业机器人和服务机器人利用先进的传感器和自动化技术改变着各个领域，推动着创新，迎接新的挑战。机器人技术分为两大类：工业机器人和服务机器人。

工业机器人

工业机器人用于制造业，执行重复性任务。它们可以是静止的，也可以进行自动的、可编程的移动。常见应用包括材料处理、装配、拆卸、焊接，主要用于汽车、制造和物流行业。

工业机器人可分为六大类：SCARA、铰接式、协作式、笛卡尔式、平行式等。协作机器人和关节型机器人对市场的贡献最大。

服务机器人技术进步与挑战

服务机器人执行有利于人类和设备福祉的任务，不包括制造作业。虽然服务机器人与工业机器人有一些相似之处，但服务机器人主要是为医疗保健、酒店和清洁等各种应用而设计的。

进步与挑战

机器人行业包括协作机器人、医疗机器人和农业机器人等多个子市场，每个子市场都面临着独特的挑战。近期的技术进步，如增强型传感器和计算机视觉，大大提高了协作机器人的能力。

然而，这些进步也带来了新的挑战，例如医疗机器人的微型化和农业机器人的自主操作。为协作机器人开发的传感器技术可用于其他行业，从而促进跨行业创新。

在下面的章节中，我们将对每个次级市场中的不同应用进行具体分析。

“最近的技术革新带来了微型化和自主运行等新挑战”

传统工业机器人

传统工业机器人是现代制造业中不可或缺的主力军，能以卓越的精度和效率执行重复性任务。

这些机器可以是固定式的，也可以配备可编程的自动运动装置，在汽车、制造和物流等行业都是必不可少的。典型应用包括电子元件组装、码垛、材料处理、质量控制和检验、机加工以及产品分类和包装，从而优化生产流程。

工业机器人可分为六大类：SCARA、铰接式、协作式、笛卡尔式、平行式等。然而，由于在日益复杂和自动化的生产环境中对更高精度、可靠性和效率的要求不断提高，工业机器人设计人员面临着独特的障碍。

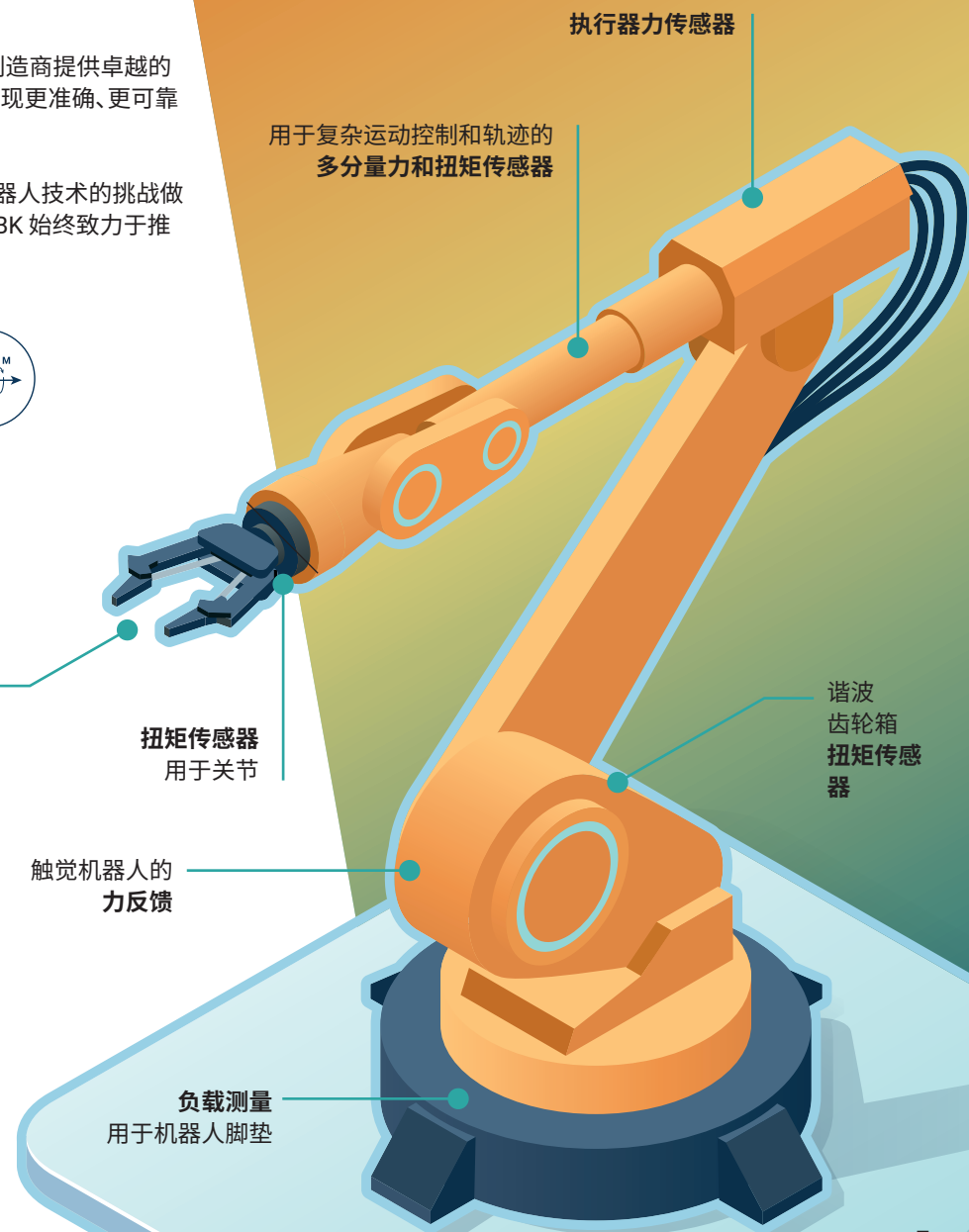
为了应对这些挑战，现代工业机器人采用了先进的传感器技术，以实现精确控制和实时反馈。

例如，应变传感器可无缝集成到工具和执行器外壳中，测量扭矩和力，确保安全和持续反馈。六自由度(6DOF)力传感器和多分量传感器可测量沿三个正交轴的力，以及沿这些轴的力矩或扭矩，确保精确操作，并将每项任务的作用力降至最低。

HBK 的传感器解决方案可为工业机器人制造商提供卓越的精度、更高的可靠性和更好的控制。通过实现更准确、更可靠的收集数据，我们的传感器可以提高工业机器人的性能，帮助减少维护和维修需求，这些都是连续生产环境中的关键因素。

HBK 的传感器解决方案可为工业机器人制造商提供卓越的精度、更高的可靠性和更好的控制。通过实现更准确、更可靠的用于抓取物体操作和处理的力传感器。

HBK 投资于前沿研发，为应对未来工业机器人技术的挑战做好了充分准备。在这一不断发展的领域，HBK 始终致力于推动创新，保持行业优势地位。



协作机器人

协作机器人或 "cobots" 虽然在材料处理过程中与传统工业机器人有一些相似之处,但其与众不同之处在于体积小、技术先进。

这些特性使协作机器人能够执行小部件组装和机器看管等任务,而这些操作在人工操作时都是重复性的,并具有潜在的危险性。

协作机器人的类型包括协作机械臂、移动机器人、负重机器人、桌面机器人、搬运机器人、安全机器人和医疗护理机器人。Cobot 设计人员在满足精度、可预测性、灵巧性、稳定性、同时控制多种仪器以及在难以接近的条件下操作的能力等要求方面面临着诸多挑战。

更重要的是,要在工业环境中实现安全有效的人机协作,对传感器的设计提出了重大挑战,其中包括

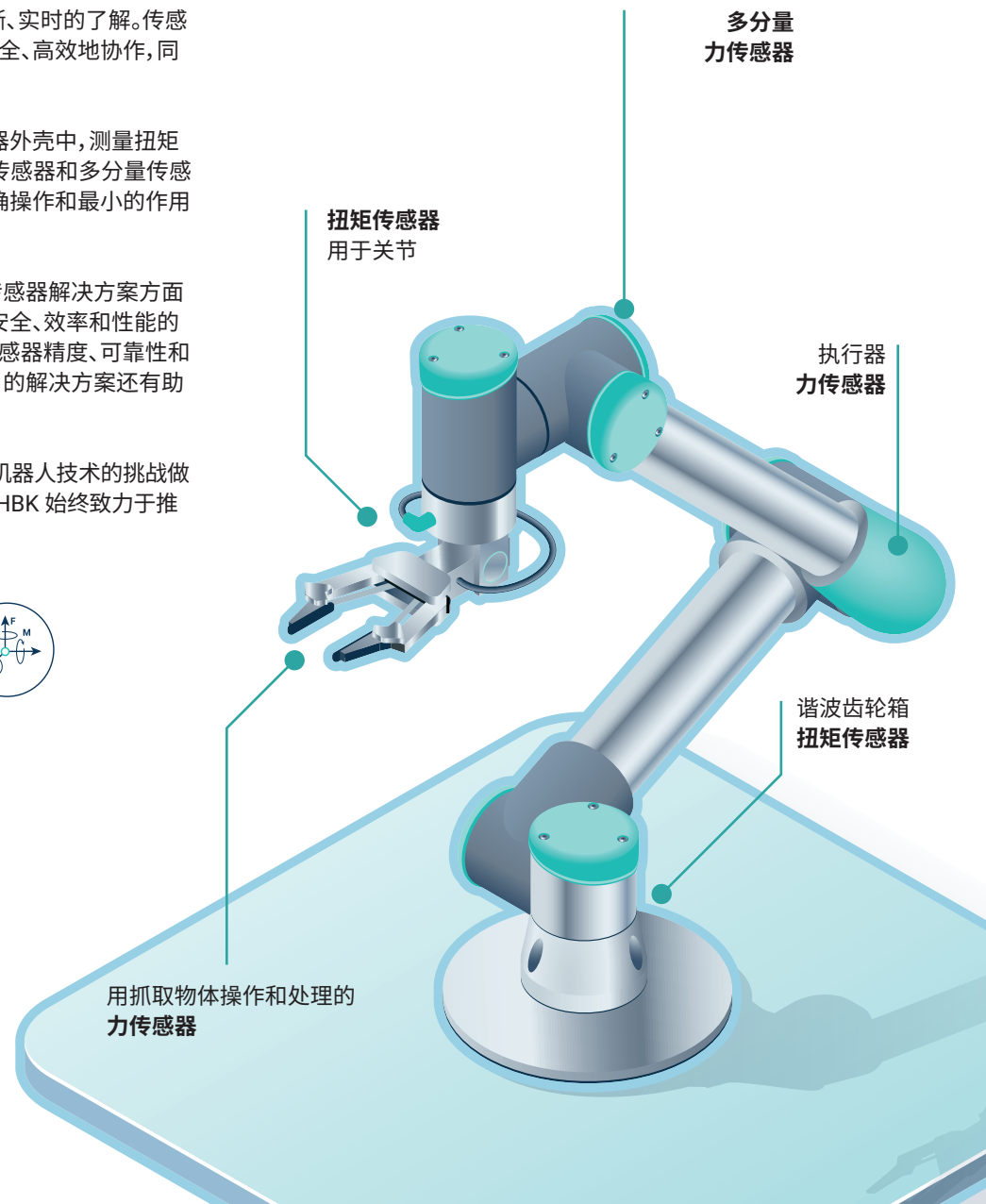
- 通过检测人体和物体确保安全
- 不受环境因素影响,保持可靠性
- 有效整合
- 数据的准确性和可靠性
- 与控制系统无缝集成
- 有效的成本管理
- 为各种应用提供灵活性
- 处理大量数据
- 确保在恶劣环境中的耐用性
- 满足维护需求

cobots 必须对其环境和内部运作有清晰、实时的了解。传感器收集的数据可使协作机器人与人类安全、高效地协作,同时最大限度地降低受伤风险。

例如,应变传感器可集成到工具和执行器外壳中,测量扭矩和力,以实现安全和持续反馈。6DOF力传感器和多分量传感器沿三个正交轴测量力和扭矩,确保精确操作和最小的作用力。

HBK 在为协作机器人开发量身定制的传感器解决方案方面拥有丰富的经验,了解各种工业应用对安全、效率和性能的要求。机器人制造商可以信赖 HBK 的传感器精度、可靠性和能力,以确保安全有效的人机协作。HBK 的解决方案还有助于提高机器人工作环境的生产率。

HBK 投资于前沿研发,为应对未来工业机器人技术的挑战做好了充分准备。在这一不断发展的领域,HBK 始终致力于推动创新,保持行业优势地位。



医疗机器人

几十年来,医疗机器人改变了外科手术程序。机器人辅助手术使外科医生能够以更高的精度和控制力进行复杂的手术,通常是通过微小、精确的切口进行微创手术,尽管手术机器人也可以辅助开放式手术。

医疗机器人的类型包括远程手术机器人、自主手术机器人、医疗成像机器人、手术辅助机器人和诊断/筛查机器人。

医疗/手术机器人领域面临着许多独特的设计挑战。精细的手术要求机器人具有极高的精确度,在整个使用过程中,病人的安全至关重要。确保健康给传感器设计带来了巨大挑战,包括

- 高精度
- 微型化
- 有效整合
- 数据的准确性和可靠性

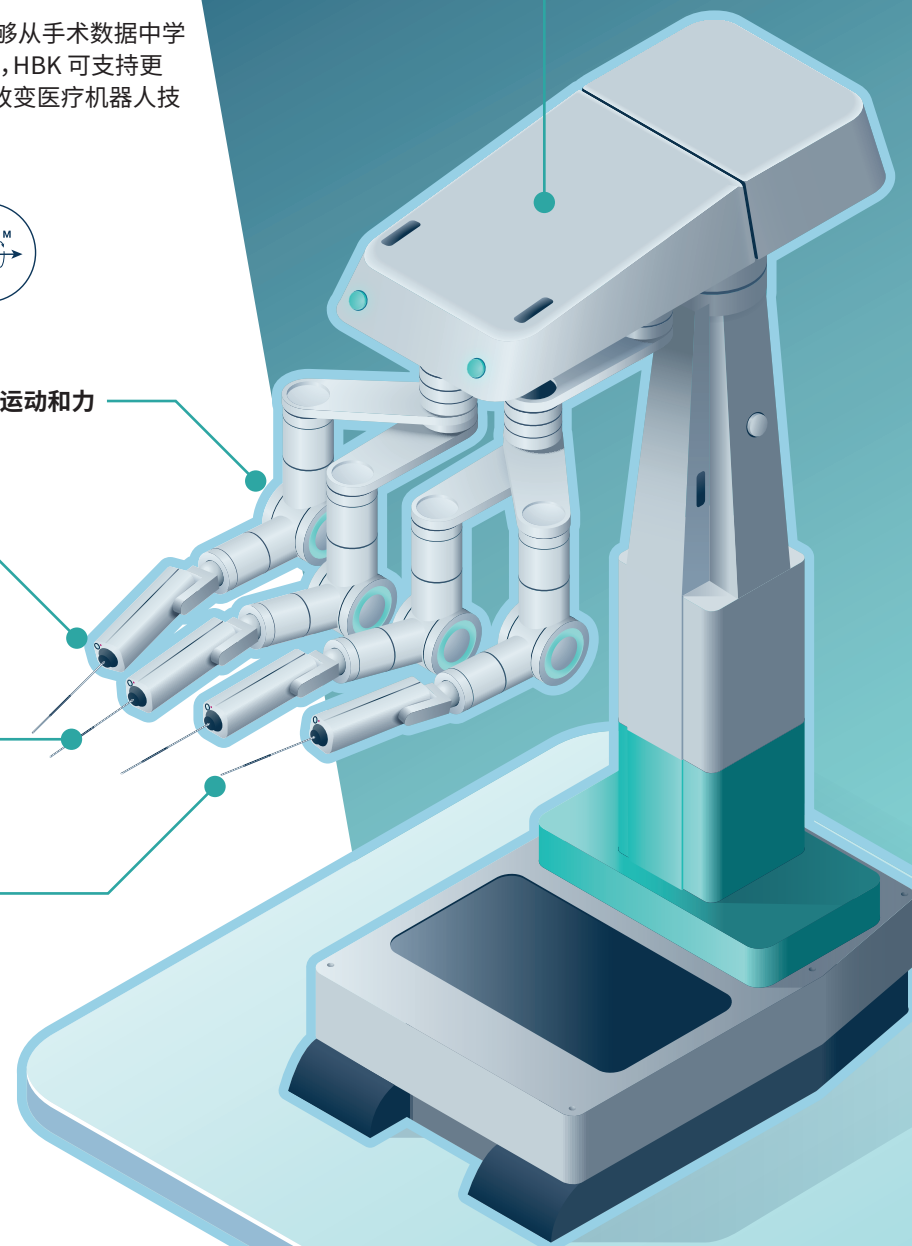
为了应对这些挑战,医疗机器人采用了先进的传感器技术,以实现精确控制和实时反馈。

HBK 率先推出量身定制的传感器解决方案,确保卓越的性能和安全性。我们的力传感器和扭矩传感器可提供作用力反馈,防止组织受损。HBK 的微型传感器可以在微创手术的狭窄空间内进行操作。

HBK 传感器增强了机器人的能力,使其能够从手术数据中学习,不断提高性能。通过实时数据分析集成,HBK 可支持更好的决策和先进的传感器技术,从而彻底改变医疗机器人技术。



- 测量手术工具施加的**扭矩**
- 监测各方向的**运动和力**
- 反馈回路**, 向外科医生提供实时反馈
- 监测施加的**力**, 确保精确的组织处理
- 测量手术器械对组织和器官的作用力



农业机器人

现代农业面临着巨大的挑战,如在劳动力短缺的情况下满足不断增长的粮食需求。越来越多的农民采用自动化和机器人技术来简化流程。因此,越来越多的食品生产商开始部署具有各种功能的农业机器人,包括收割、除草、喷洒、监控/检查、种植、修剪/修整和温室收割机器人。

这些机器人系统使用先进的传感器从各种来源收集可操作的数据,并辅以精确的 GPS 坐标和实时气候/天气更新。这种信息融合可提供可操作的见解,从而增强自主运行能力。

通过缜密的数据分析和洞察力应用,机器人可以根据环境的细微差别进行调整,并有效利用资源。将分析能力与产量和作物质量等成果指标相结合,同时考虑市场动态,使农民能够提高运营效率和生产率。

包括农业机器人、移动机器人和协作机器人在内的各个细分市场都在转向机器人技术,从而促进了突破性创新。然而,传感器集成带来了多方面的挑战,包括生产率优化、自主性增强、可持续性、导航精度、定位精度以及在具有挑战性的地形中运行。

为此,HBK 利用数十年来在农业领域积累的专业知识,率先推出了量身定制的传感器解决方案。HBK 传感器可用于作物健康监测、农业机械负载评估和灌溉。优化、导航增强、地形补偿和定位改进。

我们的农业机器人传感器解决方案为制造商提供了提高运营效率、降低成本和最大化产量的手段。利用先进的技术,如应变和惯性传感器等技术,我们促进了农业机器人技术的创新和竞争力。

此外,我们还与工程团队紧密合作,为其量身定制解决方案,以提高生产率并强化可持续发展标准。



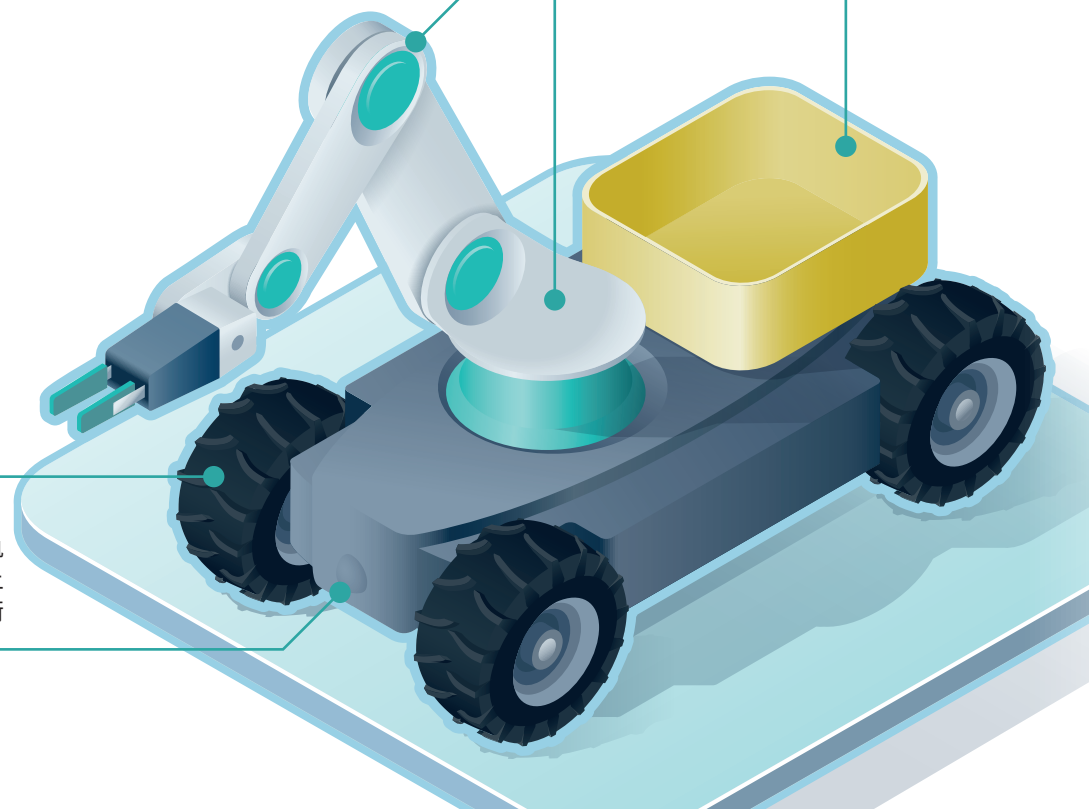
控制机器人各部件(如轮子)的
旋转速度和方向

惯性传感器可检测移动、修正轨
迹并在不平坦的地形上
保持平衡

力和称重测量用于耕
地、播种、物体操作和
处理

机器人系统中电机或
执行器施加的**旋转力**
或**扭矩**

惯性传感器测量机器
人的**线性**和**角**加速度



移动机器人

在当今的工业领域，物料搬运和物流的复杂性促使人们越来越关注自动解决方案，如自动导引车 (AGV)、自主移动机器人 (AMR) 和自主移动操控机器人 (AMMR)。

这些机器人系统具有非常强的适应性，在物流和仓储等领域发挥着举足轻重的作用。除了高效的货物运输，它们还擅长执行复杂的任务，如自主装卸。它们的用途涵盖从医疗保健到农业和运输等各个行业，可简化库存管理、物料输送，甚至是表面清洁。

为了满足不同环境的细微需求，物流经理们部署了各种类型的移动机器人，包括轮式机器人、履带式机器人、双足机器人、空中机器人、水下机器人、四足机器人和模块化迭代机器人。根据环境因素和操作要求的不同，每种设备都具有独特的优势。

然而，设计和实施有效的移动机器人面临着艰巨的技术挑战。除了需要在动态、无结构的环境中精确导航外，集成可靠的传感器阵列对于确保坚固性、安全合规性、地形适应性、精确重量评估和处理、过载保护、无缝系统集成和持久耐用性也至关重要。

为了满足这一日益增长的需求，HBK 提供了一整套专门为移动机器人应用定制的倾角、称重和多分量测量传感器。我们的无线解决方案具有更高的灵活性，可实现实时数据采集以及与机器人系统的无缝通信。

HBK 还提供 IMU 和完整的惯性导航系统，能够很好地解决复杂和不断变化的环境中的定位和导航要求。

通过将我们的技术专长与对客户在移动机器人领域所面临挑战的敏锐理解相结合，我们致力于提供创新解决方案，以优化工业环境中的运行效率、加强可靠性和安全协议。



惯性传感器可估算位置和方向，并在受到外部干扰时保持稳定的轨迹

惯性传感器效用：测量机器人的线性加速度和角加速度，以检测运动情况

测量机器人支持的负载，以监控有效负载，确保重量分布平衡，并防止出现过载

倾角传感器：测量机器人的角度，以便在倾斜地形中导航，防止倾倒，确保稳定安全的运行



主要考虑因素

选择正确的 机器人传感器 解决方案

在为机器人系统选择传感器时，需要注意几个关键因素。从根据具体应用需求选择合适的传感器类型，到严格评估精度、分辨率和响应时间，每一个细节都是实现最佳性能的关键。

本指南介绍了一些重要的注意事项，使您能够做出明智的决定，最大限度地提高机器人系统的效率。

优化机器人传感器的选择

- **传感器类型:** 根据应用要求确定所需传感器的具体类型。
- **高精度:** 评估传感器的准确度和精确度，确保其符合机器人系统所需的性能标准。
- **分辨率:** 评估传感器的分辨率，它决定了传感器能检测到探测范围内的细微细节或小尺寸物体的能力。
- **响应时间:** 评估传感器的响应时间，确保它能为以下用途提供实时数据，有效控制机器人系统。
- **环境条件:** 考虑传感器运行的环境条件，例如温度、湿度、灰尘和振动级别，以确保传感器适合应用的工作环境。
- **集成性和兼容性:** 确保传感器能方便地与机器人系统硬件和软件平台集成，检查与通信协议的兼容性。
- **功耗:** 评估传感器的功耗，确保其符合机器人系统的能源标准要求和限制。
- **可靠性和耐用性:** 评估传感器的可靠性和耐用性，确保在工业或恶劣的环境中，这些设备可以持续正常运行，并防止潜在的磨损。
- **费用和预算:** 考虑传感器解决方案的成本以及如何将其纳入项目预算，不仅要考虑前期费用，还要考虑维护和更换费用。
- **可扩展性和未来升级:** 确定传感器解决方案是否具有可扩展性和未来进行升级，以适应不断变化的要求或机器人系统的新功能。

未来的机器人传感器

机器人技术的新趋势让人对近期的发展充满期待。例如，一个重大突破是人工智能 (AI) 和机器学习越来越多地融入工业机器人。这些新技术提高了机器人的适应性和效率，使它们能够学习和适应复杂多变的任务。

先进的传感器和计算机视觉技术对协作机器人产生了深远的影响，使它们能够在动态环境 (包括柔性生产线和自动化仓库) 中与人类一起安全高效地工作。

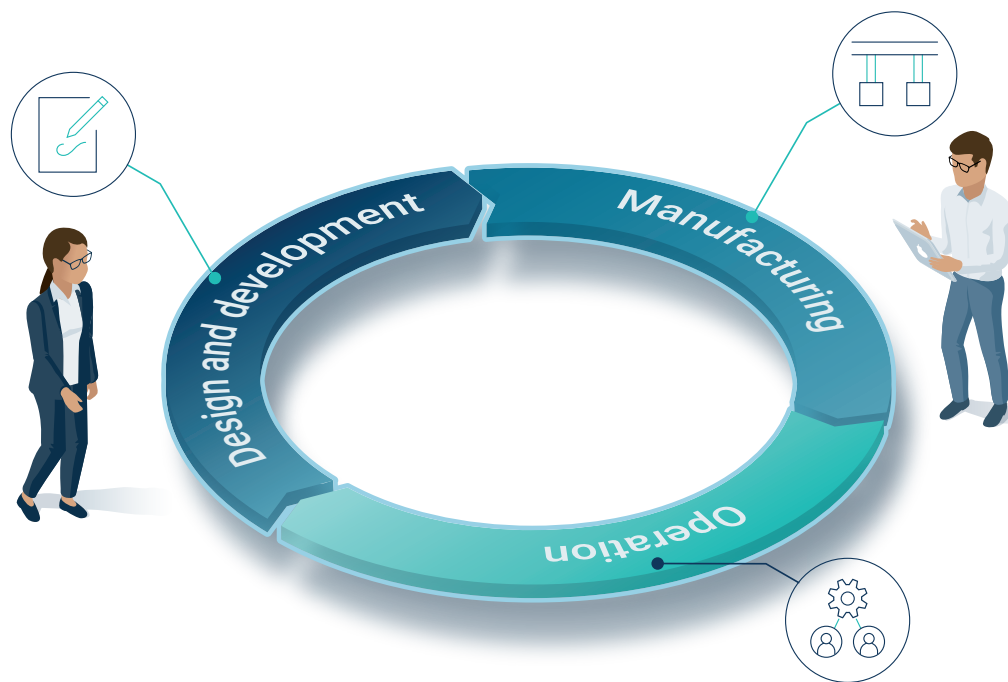
这些技术还会对社会和未来产生影响。在农业领域，自动化是促进更可持续、更高效的粮食生产的一条大有可为的途径，有可能为解决与粮食安全和资源利用相关的全球挑战做出贡献。

不同的机器人子市场之间也出现了许多协同效应，为移动协作机器人开发的技术为农业机器人带来了新的机遇。例如，自主导航和感知技术的进步可用于提高农业机器人在多变户外环境中的精度和安全性。

未来的机器人将受到传感器技术进步的深远影响。这些设备在使机器人以更加智能和适应性更强的方式与环境互动方面发挥着至关重要的作用，为机器人技术的各个领域开辟了创新的新领域。

机器人和机器人技术的应用已迅速扩展到多个行业，预计到 2032 年，机器人技术产业的价值将达到 2830 亿美元。

您的传感器技术合作伙伴 - 整个生命周期



制造业

HBK 提供符合严格质量标准的传感器、电子和布线解决方案，满足制造商提高盈利能力和客户满意度的需求，同时通过数据收集和分析确保机器人设计的安全性。

凭借遍布美国、欧盟和亚洲的制造能力，HBK提供可扩展的传感器体积和集成的工业过程控制解决方案，满足客户对持续生产过程中的灵活性、适应性和高精度的需求。

运营

HBK 提供各种可靠的、可定制的传感器技术，确保机器人操作员在各种应用中获得最佳性能和安全性。

此外，我们的资产状态监测解决方案可通过检测机械参数随时间变化而出现的磨损或损坏迹象，实现主动维护规划、成本优化和更高的安全性。

设计与开发

HBK 经验丰富的工程师团队可根据您的具体需求提供定制解决方案，从而优化传感器、电子元件和连接。这些解决方案有助于测量扭矩、质量、压力等，尤其是在标准传感器无法满足要求时。无缝集成数据可确保完美的控制功能。通过与 HBK 的 OEM 传感器专家合作，您可以利用产品工程师的专业知识和 HBK 的专业知识，提高机器人和协作机器人的安全性、耐用性和效率。

在实验室环境中，应变片、温度传感器和振动传感器在进行疲劳、应力、耐久性和其他参数的测试和分析中发挥着至关重要的作用。这些传感器可提供可靠、可重复的测量结果，对科学实验和质量控制检查至关重要。

HBK 还提供全面的测试和分析解决方案，作为对模拟和物理测试的补充，在整个传感器开发过程中为设计人员提供支持，并将元件转化为有源传感器。



我们通过先进的技术和严格的测试提供精确耐用的传感器，为苛刻的应用提供可靠的解决方案。

Cecelia Zhen

定制传感器工程师, 在 HBK 工作 6 年

在获得东北大学机械工程硕士学位后，Cecelia Zhen 加入 HBK 担任 OEM 定制传感器工程师，专门负责先进的称重传感器架构。后来，她通过 HBK 的偿付项目获得了麻省理工学院的应用数据科学认证。

联系我们

准备好迈出下一步了吗?请与 HBK 团队联系 ,我们将为您提供个性化咨询,满足您对机器人传感器的需求。



hbkworld.com/robotics

HBK – Hottinger Brüel & Kjær

www.hbkworld.com

服务热线: 400 900 3165

info@hbkworld.com