



先进的手术机器人：设计紧凑、强大的下一代运动控制

传统手术机器人包含具有多个机械臂的大柱子，机械臂分别持微型相机和各种仪器，如剪刀、抓钳、持针器、施夹钳等。为了在进行手术时获得最大的灵活性，外科医生需要不受限制地以他们选择的角度自由操作这些仪器。

通常，外科医生更倾向于制造尽可能小和少的切口，以最大限度地减少患者的不适和改善术后恢复。在许多情况下，将通过单个小切口进行理想手术，这个小切口可同时容纳可视化相机和任何所需的仪器。

但这种理想情况可能很难实现或不可实现，因为传统的机器人设计不能够让仪器以足够小的角度靠近操作位置。

因此，手术机器人设计师面临的挑战是使机械臂能够尽可能紧密地一起操作，这样仪器和相机就可以几乎平行地进入切口。这种运动自由度有助于最大限度地减少手术的侵入性，改善外科医生的视角，并在操作多个仪器时灵活不受约束。

应对这一挑战的部分解决方案是将铰接手臂放置在多柱设计中的较小升降柱上，这样它们就可以独立放置并更紧密地靠在一起。然而，即使在这种设计中也有限制因素，即机械臂本身的宽度受到机械臂关节有效宽度的限制。

手术是精密的，能够改变生活甚至拯救生命，那么工程师如何在不影响手术所需的精度和性能的情况下设计出轴向更紧凑的机械臂关节呢？

轴向紧凑型机械臂关节的设计考虑因素

为了实现下一代功能，手术机器人设计师必须解决几个挑战。其中最主要的是提供应用所需的所有转矩、速度和精度，同时最大限度地减少机械臂关节的有效宽度。

精度是最重要的。对于所有机器人关节，电机和齿轮组必须提供平稳、精确的加速/减速和稳如磐石的固定能力。但是，具体的转矩和速度要求可能会有所不同，具体取决于每个关节的功能。

电机扭矩对于距离操作位置较远的关节尤为重要，这些关节必须支撑机械臂、关节和机械臂末端仪器的累积重量。电机速度对于控制机械臂末端的仪器不那么重要，因为外科医生重视精确、小规模的运动而不是速度。然而，电机速度对于执行较大定位运动的关节的效率确实很重要。

温升也是一个重要的考虑因素。必须避免在机器人关节内小范围出现过高的温度，否则可能会降低电机旁边轴承和齿轮箱的润滑性能，或阻碍热限制电子反馈设备的功能。

解决尺寸挑战

所有这些挑战都因一个压倒性的挑战而变得更加复杂，即尽可能将关节设计得轴向紧凑，以使外科医生在仪器的放置和操作上有更大的自由度。

如何解决小尺寸挑战？



从齿轮箱选择开始

根据每个关节所需的动态特性，选择能够提供所需的平均和最大转矩、足够的刚度、能确保较长使用寿命并满足您的其他设计要求的应变波齿轮传动。

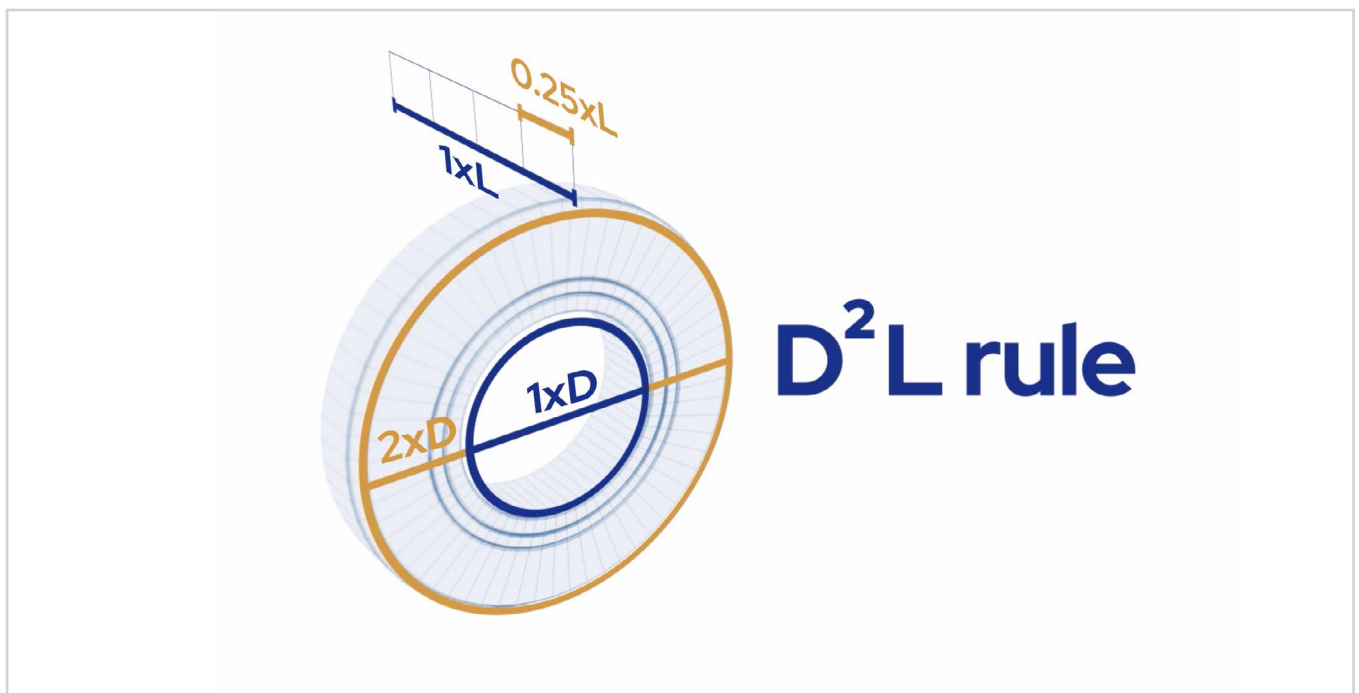
到目前为止，应变波齿轮传动（也称为谐波减速机）是此类应用的首选。凭借零齿隙，可以实现最准确的定位和可靠的固定。它在单级中提供高减速比，实现高功率密度和平稳的加速/减速。对于解决尺寸挑战至关重要，应变波齿轮传动可在轴向极其紧凑。

在您的选择过程中，请考虑相对较大外径的齿轮组是否能够满足您的设计要求，使您能够通过使用较大直径的电机来利用 D^2L 规则。

在手术机器人设计中，您可能不太关心关节直径，而更关心轴向尺寸，因为目标是让多个机械臂尽可能紧密地协同工作。 D^2L 规则指出，转矩的增加与电机叠片长度的增加成正比。或者，随着力臂直径增加的平方而增加。

换句话说，将力臂的直径增加一倍会产生四倍的转矩增加——或者，能在不损失转矩的情况下使叠片长度减少四分之三。更大直径的齿轮组，可容纳更大直径但更短的电机，可以在尽可能减小有效关节宽度方面发挥巨大作用。

最后一个考虑因素：现成的商用齿轮组是否能满足您的设计要求，包括您对更大直径电机的偏好？如果是这样，您就可以省去定制齿轮传动设计所需的时间、风险和费用，从而以更低的成本更快地将您的机器人推向市场。



接下来，选择出色的伺服电机

您选择的伺服电机必须与您选择的齿轮传动相匹配，这就是为什么它在选择过程中排第二的原因。然而，除了基本的匹配度之外，还有几个选择标准可以帮助您实现成功的设计。

电机是决定机器人关节设计紧凑程度的主要因素。给定相同的性能特征，叠片长度更短的电机可实现轴向更窄的关节，这是目标。即使节省几毫米，也会对外科医生的体验和控制产生很大的影响。

与叠片长度相比，关节直径不太需要考虑，因为直径不会影响相邻臂的相对位置。正如我们所见，D²L 规则意味着力臂直径的任何增加都可以在不损失转矩的情况下使叠片长度大幅减少。这是在最重要的地方节省空间的绝佳方式。

除了电机的整体尺寸外，还要考虑是否需要大的通孔来容纳接线、光纤、液体管道或其他组件。由于微调仪器定位需要多个轴，因此需要相当大的空间来布设控制每个轴所需的电源和通信电缆，并且您不会希望这些电缆占用的空间超出电机本身所需的空间。

还要考虑电机与您选择的反馈设备之间的兼容性。

通常，这种类型的应用需要双反馈，包括高速输入轴反馈传感器和绝对输出轴反馈传感器。高分辨率是必要条件。两个传感器都会增加关节的宽度。重点关注这些设备与您可能选择的电机的集成程度。

考虑电机的热额定值，以及它是否与关节限制范围内的温度敏感组件兼容。电机是否需要在低于其额定最高绕组温度的条件下运行，以避免系统润滑、热敏反馈设备或其他组件的损坏或过早故障？如果是这样，低于其温度额定值运行的电机是否仍能提供指定负载所需的转矩和速度？这些考虑因素对于靠近柱子的关节尤为重要，因为它必须支撑机械臂上更远的关节的负载。

与齿轮传动一样，如果现成的电机能够满足所有这些需求，那么与特别定制的电机相比，您可以节省开发时间和费用。无论选择标准电机还是定制电机，都要确保供应商在电机质量、可用性和支持方面享有良好声誉。



如果一台电机不能始终如一地在手术室中安装和运行，在当前和手术机器人的整个生命周期中提供您所需的足够高的质量，那就会彻底破坏您的项目。

紧凑而强大的 TBM2G 电机，专为机器人应用打造

科尔摩根相信，电机的设计应该适合应用，而不是反过来。我们的 TBM2G 系列无框力矩电机专为满足紧凑型手术机器人关节的标准应变波齿轮传动的尺寸、转矩和速度要求而设计。

TBM2G 电机利用 D²L 规则，在最轻质、轴向紧凑的关节中提供出色性能。该系列电机还具有大通孔，可容纳穿过复杂手术机械臂关节的接线和其他组件。

TBM2G 电机可与各种编码器配合使用，甚至可以配备不会增加电机长度的集成霍尔传感器。由于温升极低，这些电机可以靠近温度敏感组件运行，而不会影响性能。

科尔摩根可提供各种尺寸和标准选项的 TBM2G 系列电机，让您实现理想适配。不同绕组的选择优化了各种总线电压下的电机性能，包括非常适合电池供电和移动机器人应用的绕组。

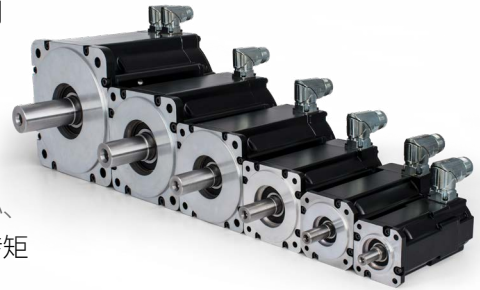


TBM2G 系列按照高质量标准制造，具有将机器人从原型机制作到全面生产所需的可制造性、交付和支持，可以在世界任何地方进行任何批量的生产。

更小、更轻的机器人柱和患者检查台的设计考虑因素

手术机器人是一种了不起的机器，但体积也很大。最大限度地减少空间需求可以使机器人更具市场价值，节省手术室的空間，可以在较小的房间使用，甚至可以移动。

支撑和提升机器人臂的柱子以及控制患者检查台方向的轴都可以做得更小、更轻，而不影响系统设计或性能。关键是使用以更紧凑的封装提供更高转矩密度的伺服电机。



AKM2G 电机以更小的占用空间提供更高的性能

与同类产品中的其他伺服电机相比，科尔摩根的 AKM2G 伺服电机在更小的封装中提供了更高的转矩密度。集成到现有系统中，它们可以在不改变电机安装或占用空间的情况下大幅提高性能。在新系统中，它们在最小的实用空间内提供所有所需的转矩和功率。

AKM2G 伺服电机有多种尺寸和绕组可供选择，并且可以轻松配置以满足特定应用要求。标准修改包括叠片长度、编码器选件、热传感器、特殊绕组和仪表、安装尺寸、双/单/混合电缆和连接器、环境密封等。

与所有科尔摩根电机一样，AKM2G 伺服电机是按照质量、可靠性和全球可用性的最高标准制造的。

与运动控制专家 一起设计

无论您是知名机器人公司还是初创公司，运动控制对于机器人平台的性能和占用空间都至关重要。选择下面这样的合作伙伴：

- 解决运动控制问题并帮助满足对您重要的标准，能够配置产品以满足您独特的设计要求。
- 提供您需要的产品和专业知识，以帮助缩短设计时间并加快上市速度。
- 提供从概念到生产的合作工程设计支持。
- 不会限制您对反馈设备、制动器或其他组件的选择。
- 在世界任何地方为您的手术机器人提供可靠的交付和支持，贯穿其整个生命周期，从快速原型机制造到全速生产再到长期持续工程。



科尔摩根拥有成熟的流程和可靠的交付，伴您一路同行

我们将在初始设计阶段就与您合作，了解您的确切需求，然后为您提供所需的工程支持，以简化运动控制系统的选择、定型、配置和编程。凭借丰富的配置能力，我们可根据需要快速制作原型机、交付和迭代您的解决方案，从而在开发过程中节省数月时间。

当最终设计准备就绪时，我们将对其进行完整记录，并帮助其在任何地区通过任何必需的认证。凭借我们的精益制造、可重复的流程和质量控制，我们将快速从原型机制造过渡到全速生产，每次都按时交付您的运动控制系统。我们将提供本地化的长期支持，以在机器人的整个生命周期内维持产品交付、管理成本，同时根据需要扩大生产规模。

准备好向前迈进了吗？

请访问 www.kollmorgen.cn 联系科尔摩根，与科尔摩根医疗领域应用专家讨论您的需求和目标。

关于科尔摩根

科尔摩根在运动控制领域拥有 100 多年的经验，提供高性能、可靠的电机、驱动器、线性执行器、AGV 控制解决方案和自动化平台，享誉业界。我们提供的突破性解决方案在性能、可靠性和易用性方面更胜一筹，为机器制造商提供无可争议的市场优势。