

谐波减速器

极端情况下的精确

即将开始的工业 4.0 时代，人类与机器的和谐一致不仅是一种要求，也是必不可少的前提条件。而在这个时代里所使用的元器件工作起来应该更加精确、可靠，尤其是在非常恶劣的使用条件下。目前，已经有许多专用的驱动系统和润滑材料可供选择。

文 | Sebastian Rivera

当前，适用于特殊环境的产品在自身发展过程中对精密驱动技术有着越来越高的需求。除了最高的角度和很高的扭矩密度之外，在极端环境下，精密驱动系统零部件的工作可靠性也有着决定性的意义和作用。这些精密驱动装置在使用过程中零部件的更换可能会非常困难，因为它们可能是在天上、水中或是用于某些军事用途。Harmonic 驱动技术公司专门为这类恶劣环境中的应用提供了一系列的特殊解决方案，以便在用户项目开始之前就为他们提供最有力的支持和帮助：从所使用元器件的可追溯性，包括按照 DIN ISO 9100 标准全

面的配置管理直至使用不锈钢材料的愿望，Harmonic 的驱动技术产品能够满足用户多种多样的特殊需求。

高功率密度和无间隙的谐波传动系统

特殊环境中使用的许多高精度的驱动机构，采用的都是以 Harmonic 的谐波传动原理为基础的传动系统。由波发生器、柔性齿轮和刚性齿轮三大部件组成的谐波传动机构使这一传动原理具有重量轻、功率密度高、单级传动比大和绝对没有传动间隙等优点（图 1）。

Harmonic 已经把这一原理应用到实际产品之中，开发设计出了性能强大、工作可靠的高精度工业产品，在机器人、机床、军事、航空航天以及光学和精密制造等工业领域中得到了广泛的应用。Harmonic 谐波传动装置的驱动动力大多数是由波发生器提供的，柔轮则是动力输出端，刚轮则安装在坚固的变速器

体内。这种结构配置可以实现的单级减速比在 30~160 之间。根据用户的要求可以制造出更高减速比的谐波传动结构，例如减速比高达 320 的减速器。

与有着传动间隙的行星齿轮减速机构相比较，谐波齿形啮合的 Hamonic 谐波减速器工作起来更加顺畅，没有滚动接触。Hamonic 还提供适合于谐波传动机构的专用润滑剂，对于在标准工况以外和高温环境中使用的谐波传动机构，专门研发生产了 Flexolub M0 润滑脂。在按照推荐用量使用这种润滑脂之后，波发生器轴承可以达到规定的使用寿命，也使得谐波啮合以及柔性齿轮的柔性零部件寿命更加持久。

使用这种变速系统时需要注意的一个重要问题是：在考虑零部件使用寿命、所传递扭矩大小、低温下工作效率的前提下，确定最佳润滑介质的用量。最佳的使用润滑剂也是保证谐波传递机构工作的一个重要参数。

对工作效率有积极影响的因素

在扩展的工作温度范围内，减少润滑剂的用量对低温环境下谐波减速器的工作性能有积极的影响和作用。但这里没有考虑另一种工作环境和条件——超

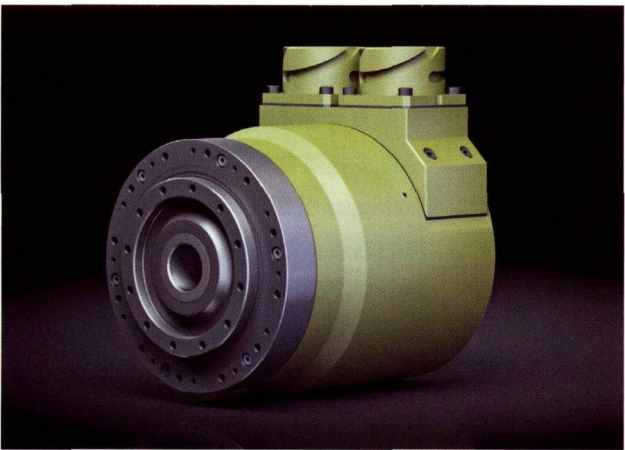


图 1 恶劣的工作环境需要特殊的驱动技术，例如 Alopex Drive 驱动装置，它可以在 -46℃ ~63℃ 的温度环境中使用

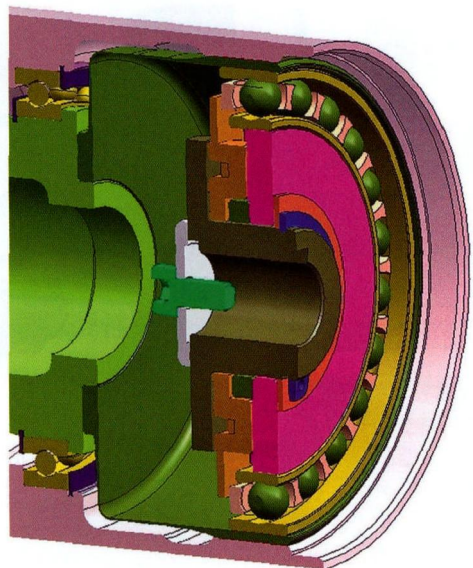


图2 以减轻重量、提高集成度为目标的刚性齿轮优化设计：壳体中集成的刚性齿轮

高真空。在许多航空航天和地面真空的应用中，润滑脂的气体析出性能决定了应用效果。而润滑脂的气体析出性能可以利用高真空检测法来测定。

在参与了ESA欧洲太空局资助的项目之后，谐波传递系统在航空航天驱动技术领域中得到了进一步的开发。EAS认证的航空航天专用润滑材料也在工业真空技术领域中得到了应用。

在所有艰苦和恶劣的应用环境里，航天领域中的使用条件当属最为恶劣：极低的温度加上高真空，同时对润滑材料的润滑作用也有着最高的要求。

航天应用中最重要的一个考察要点是：整套机械装置的可靠性。卫星和科研项目中需要用到精密的机械传动装置，例如天线地精确定位或者太阳能电池板准确地对准太阳的位置调整。传统航天器使用寿命范围内要求旋转100 000~150 000圈。因此，传动机构的大小就相当于其他传动装置的一个集电环或其他零部件。

巧妙设计减少重量和空间

在航空航天领域中，重量和尺寸是选择驱动技术解决方案时最重要的决定性特征。在把谐波减速器与伺服驱动机构相结合后，可以明显简化用户接口，减少零部件和螺栓连接件的数量，从而进一步提高可靠性，并得到了FMEA故障可能性及影响分析的验证。

图2表示的是谐波减速器体的一种集成配置形式。为减少体积、空间和重量，直接在壳体内进行齿形的啮合。把外径尺寸从110mm减小到了90mm，利用FE有限元分析法对在最大扭矩时出现的刚性降低进行了核查和优化。

波发生器和柔性齿轮的连接方式提供了谐波减速器元件进一步集成的可能性。这两个部件的连接接口都是采用螺纹连接紧固和平键定位。在承受很高载荷的部位，尤其是在出现加载错误的情况下，都要通过测试证明这一结构的安全系

数，否则就可能引发异常问题的出现。在这种情况下，可以使用楔齿啮合进行连接。这种连接方式的优点是：明显简化了安装拆卸，工艺成本得到优化。也能够按照用户的要求将柔性齿轮直接作为动力输出轴使用。

技术成熟的抗冲击和抗振动驱动器

型号为Alopex Drive的驱动器，在以“秒”为单位的定位精度范围内经过优化的编码系统动力输入装置，同样也有紧凑的集成结构和型式。它把高性能的伺服电动机和无间隙变速器相结合，最适合在恶劣的工作环境中使用。-46℃~63℃的大范围工作温度以及认证的抗振和抗冲击性能，使得这一驱动装置成为非常可靠的、通过MIL美国军规标准认证的产品。技术已经非常成熟的元器件在近几年里也进行了改进设计，使它们能够任意的组合成各种新的系列产品。

Alopex Drive驱动器的新设计使Harmonic驱动技术公司成套解决方案Solution Kit的配套策略更加完善。它完成了中小型系列谐波减速器的模块化系统，能够从原型设计阶段快速的进入大批量生产和测试。在现有产品目录的基础上，Harmonic驱动技术公司也能够经济的生产出有特殊要求的小批量产品。[MM]

MATEX 微型减速机

● 低噪音 ● 高效率 ● 小体积 ● 大扭矩 ● 长寿命

MATEX成立于1921年，在追求行星齿轮小型化、轻量化、树脂化等的同时，凭借独特的滚轮专利（专利号：201320376169.8，专利种类：实用新型）和多年的研究开发经验，完成了客户的各项高水准要求！

可根据客户的要求进行定制，详情请咨询：

无锡麻德克斯精机有限公司
 电话：+86-510-8826-7015 邮箱：info@wx-matex.com
 网址：www.wx-matex.com
 地址：中国江苏省无锡市锡山区芙蓉中二路294号

广告