

NSK 新能源汽车电驱动系统轴承的综合解决方案

恩斯克（中国）研究开发有限公司 陀杨钊 陈峰

全球汽车工业正经历百年一遇的历史变革，中国市场的电动化浪潮正引领全球市场的技术变革。为了提高电驱动系统的整体性能，高速化，高压化，高效率，高可靠性已逐渐成为技术的趋势。NSK 作为全球领先的汽车零部件的供应商，通过积极了解客户的需求，结合自身的技术积累，一直坚持开发电驱动系统轴承的综合解决方案。

1.电驱动用第四代高速球轴承

1.1 开发背景

在全球变暖等环境问题日益严峻的背景下，社会各界密切关注实现碳中和的各种举措，对普及环境负荷影响较小的电动车充满了期待。电动车普及的重要课题之一就是延长续航里程，力求通过降低能耗和确保最大的电池搭载空间来实现该课题。为实现驱动电机的小型轻量化和提高功率，其中的一个手段是提高转速。2021 年 4 月，NSK 解决了轴承咬粘和保持架破损的课题，成功开发了 dmN （滚动体节圆径与最高转速的乘积）=180 万以上的高速球轴承（Gen3）。其后，我们仍不遗余力，坚持高速球轴承的开发，以应对电动车驱动电机对更高转速的需求。NSK 开发了 DmN 210 万的高速球轴承，以内径 35mm 的轴承为例，最高转速可达 43000rpm，为 e-Axle 的小型轻量化提供了可能。

1.2 产品特征

- 1) 运用拓扑技术优化设计新形状树脂保持架

利用旨在最大程度减轻重量的设计方法（拓扑优化技术），获得了最适用于高速旋转工况下的保持架形状。此外，利用切合实际情况的先进仿真技术，助力解决了保持架在性能方面和生产方面难题，从而使开发在短时间内取得了成功。

2) 使用 NSK 开发的抗咬粘性能优异的润滑脂和高刚性树脂保持架材料使用了 NSK 独自开发的高刚性树脂材料。在高转速工况下高刚性树脂材料的应用可以降低保持架的变形。



1.3 产品效果

通过使用本轴承，可实现电动车驱动电机的小型轻量化、以及高速下的高功率输出，为延长电动车续航里程、确保车内空间、降低环境负荷做出贡献。

2.NSK 耐电蚀解决方案

2.1 开发背景

在全球气候变暖等环境问题的背景下，实现碳中和的相关举措受到社会的广泛关注，汽车产业也正在向对环境负荷更小的电动车转变。电动车的重要课题之一是 eAxle 的电蚀对策，但由于驱动系统的高功率化、高压化日益推进，使得耐电蚀对策变得越发困难。传统的耐电蚀对策一般采用陶瓷球轴承，但成本较高。

2.2 产品特征

1) 树脂绝缘轴承

在具备 eAxle 所需绝缘性的同时，开发了比陶瓷球轴承成本低的产品。铁道用树脂绝缘轴承采用了特殊树脂材料且设计复杂，面向 eAxle 用的产品，采用了一般的树脂材料，达到性能和成本的双赢。



2) 导电刷

eAxle 的驱动电机倾向于采用高效率的油冷方式。传统的导电刷无法在有油的环境使用，但本开发品即使在冷却油润滑环境下也能保持导电性。通过在轴内部组装该产品，可以节省单元的空间



2.3 产品效果

上述产品相对陶瓷球轴承成本低，具有 eAxle 所需的耐电蚀性能。NSK 的耐电蚀技术在绝缘对策、导电对策两方面都有产品，可以满足相应的要求。

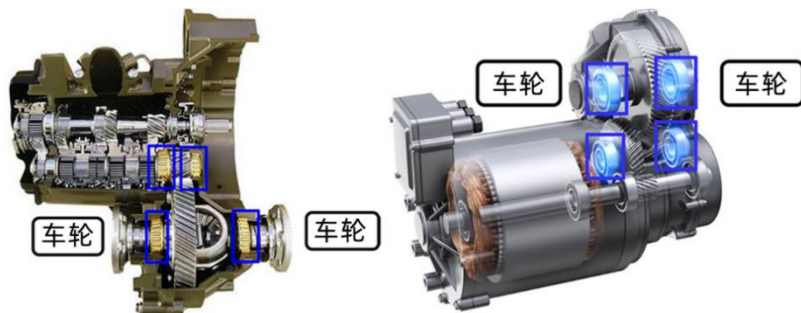
本技术可以提高 eAxle 的可靠性和小型化，为节省电耗和延长续航里程做出贡献。

3.第七代低摩擦圆锥滚子轴承

3.1 开发背景

随着电动汽车对高效率、高可靠性要求的不断提高，NSK 也通过不断优

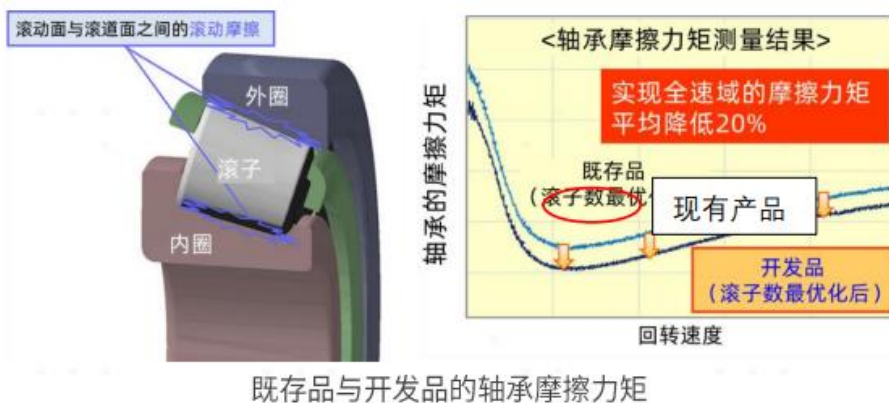
化轴承的开发以提供更优的多样化轴承解决方案。圆锥滚子轴承大多使用于车轮侧低速重载的环境中。因此，降低圆锥滚子轴承的摩擦力矩，能有效提高传动系统的效率。



NSK 从 1980 年左右开始就通过各种手段来实现圆锥滚子轴承的低摩擦。近年来，以低碳社会为目标的汽车电动化发展日益加快，对低摩擦的需求也越来越高。另外，2021 年我国乘用车开始使用 CLTC 工况，对电耗和油耗的要求进一步提高。因此对于圆锥滚子轴承全速域低摩擦性能的要求也越来越高。

3.2 产品特征

- 1) 滚子数的最优化，减少滚动摩擦，实现全速域摩擦力矩平均降低 20%（与现有产品相比）。



- 2) 使用现有设备即可生产该轴承，可以快速向客户提案，争取早日投入市场。
- 3) 本次实现的“滚子数最优化”也适用于现有的低摩擦圆锥滚子轴承的改善。

3.3 产品技术特点

1) 着眼于圆锥滚子轴承的寿命优势，优化滚子数

圆锥滚子轴承，在异物环境下耐久性高，有明显的寿命优势，在验证实验中，结果也表明圆锥滚子轴承实际寿命比计算寿命长。

2) 解决与滚子数最优化相关的课题

NSK 利用长年沉淀的特殊凸度技术与面向稀薄润滑环境的保持架等技术，解决了由于滚子数最优化而产生的滚子头部过大面压及烧结等课题。

4. 稀薄润滑环境下电动汽车用圆锥滚子轴承

4.1 开发背景

近些年，随着全球变暖不断加剧，环保管控愈发加强，在汽车的电动化进程也在快速发展。改善油耗、电耗，提高汽车的续航里程、扩展车内空间，成为搭载了大量电池的电动汽车的亟待解决的问题。对电动汽车用齿轮箱来说，提高效率和紧凑化的需求更是当务之急。因此，同以往产品相比，齿轮箱用轴承需要进一步地降低能量损失以及小型轻量化。另一方面，在滚动轴承中，由于圆锥滚子轴承比球轴承的承载能力大，有利于齿轮箱的小型轻量化。但是，当圆锥滚子的滚子端面——内圈大挡边之间润滑不足时，轴承容易发生烧结，使得降低润滑油量和简化润滑供给系统成为难题。

4.2 产品特点

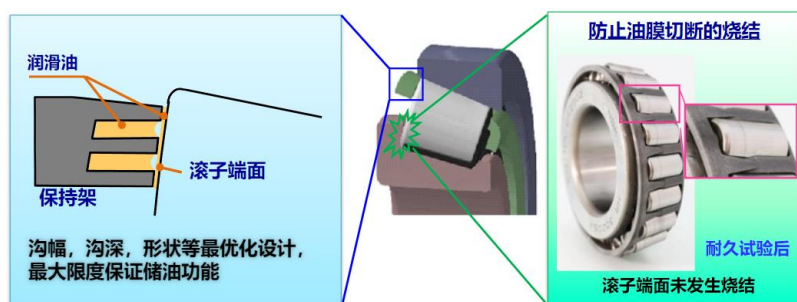
为了防止润滑不足时发生烧结，本产品在保持器兜孔与滚子接触的部位附加了细微沟道，基于毛细管现象，使保持架具有保持润滑的功能。润滑不足时，通过细微沟道给滚子端面供油，可以实现以下效果。

1) 在润滑油被切断的行驶模式下，可实现约 7 倍的耐烧结性能

电动汽车的润滑油泵停止工作时，会产生轴承润滑不足，以及润滑油粘度在高温时变低，在此环境下启动时，润滑油难以供给到轴承。在润滑油被切断的行驶模式下，本开发品相较于标准品，轴承耐烧结时间可延长约 7 倍。

2) 供给润滑油量可削减 95%以上 ~ 实现 0 搅拌损失 ~

油润滑方式下，齿轮箱用轴承在润滑油泵强制润滑、油浴、飞溅润滑环境下使用。本开发品相较于标准品，可实现耐烧结的供给润滑油量削减 95%以上、润滑油泵的小型化以及润滑油的“0”搅拌损失



3) 实现轴承的小型化本开发品相较于标准品，保持架形状最优化设计可缩短轴承宽度，可实现轴承体积削减约 10%、质量削减约 5%。

4.3 产品效果

本产品可对齿轮箱的效率改善、小型轻量化、以及进一步改善电动汽车的油耗、电耗做出贡献。