

电驱动桥制造工艺及性能特性研究

游伟

江西江铃底盘股份有限公司 江西抚州 344100

摘要：分析了电驱动桥的制造工艺及其对性能的影响，重点关注了噪声、振动和粗糙度（NVH）问题。首先，概述了电驱动桥的基本构造、功能和常见制造工艺，并探讨了这些工艺对电驱动桥性能的影响。接着，对电驱动桥的NVH问题进行了深入分析，包括噪声源和振动源的定位及其对电驱动桥性能的影响。针对这些问题，提出了一系列系统化的降噪和防振策略，包括改进电驱动桥的设计与制造工艺以及采用新的材料和技术。此外，还设计了试验方案以验证这些策略的效果。最后，对研究结果进行了总结，并对电驱动桥的NVH问题改进提出了展望。

关键词：电驱动桥；噪声；振动和粗糙度（NVH）；NVH问题分析；系统化策略

随着环保要求的提高和技术的进步，电动汽车已成为未来汽车工业的主要发展方向。其中，电驱动桥作为电动汽车的关键组成部分，其性能直接影响到整车的运行效率和驾驶舒适性。然而，电驱动桥在使用过程中往往会产生噪声、振动和粗糙度（Noise，

Vibration, Harshness, NVH）问题，严重影响电动汽车的使用体验和市场接受度。因此，对电驱动桥的制造工艺进行研究并寻找有效的降噪和防振策略，成为了业界和学术界亟待解决的问题。

本文旨在通过全面分析电驱动桥的制造工艺和性

体整形效果。

4) 下整形块固定板凸台外圈与桥壳本体总成内孔应有一定间隙，其凸台高度高出下整形块一定范围，形成定位台肩，使桥壳本体总成可通过内圈完好定位。

结语

通过合理的工艺方案和工装结构设计，提升了冲焊型桥壳本体总成大法兰平面度质量。该工艺及方案克服了现有技术的不足，适应了现实需要。此工装可

以快速有效地完成总成件的整形加工，简化了产品工艺，产品质量稳定，减少了桥壳本体模具及设备的投入，有效地提高了生产效率，降低了生产成本。

参考文献：

- [1] 李伟吾.微型汽车后桥焊接工艺[J].焊接, 2005 (12): 71-72.
- [2] 陈明.焊接工装设计[M].北京: 北京大学出版社, 2014.
- [3] 刘德林.桥壳本体焊接前检测方法 & 检具设计[J].汽车工艺师, 2022 (5): 35-38. **AUTO1950**

能特性，深入剖析其NVH问题，并提出针对性的降噪和防振策略。首先，对电驱动桥的基本构造和功能以及常见的制造工艺进行概述，并探讨制造工艺对电驱动桥性能的影响。然后，对电驱动桥的NVH问题进行深入分析，明确噪声源和振动源的位置以及产生这些问题的关键因素。在此基础上，提出一系列系统化的降噪和防振策略，包括改进电驱动桥的设计和制造工艺、使用新的材料和技术等。最后，设计试验方案，对这些降噪和防振策略的效果进行验证。

电驱动桥制造工艺概述

1. 电驱动桥的基本构造及功能

电驱动桥是电动汽车中负责动力传递的关键部件，其基本构造和功能的设计直接影响了汽车的动力性能和驾驶体验。电驱动桥主要由电动机、减速器、差速器和半轴等组成（见图1）。

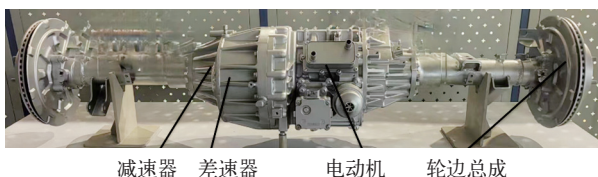


图1 电驱动桥的基本构造

(1) 电动机 作为电驱动桥的核心部件，电动机将电能转化为机械能，为车辆提供动力。根据不同的设计和应用需求，电动机的类型和规格可以有所不同，如永磁同步电动机、交流异步电动机等。

(2) 减速器 连接电动机和差速器，通过齿轮变速机构，将电动机的高速低转矩转化为低速高转矩，以适应汽车的行驶需求。

(3) 差速器 安装在电驱动桥的两轮之间，其主要作用是在车辆转弯时，使两个驱动轮能以不同的速度旋转，从而确保车辆的稳定性和操控性。

(4) 轮边总成 传递差速器的动力，驱动汽车轮胎旋转。

电驱动桥的基本功能主要是传递和调整动力，确保电动汽车的正常运行。

(1) 动力传递 电驱动桥将电动机产生的动力传递到驱动轮，推动车辆前进。这是电驱动桥的主要功能。

(2) 动力调整 通过减速器和差速器，电驱动桥可以调整传递到驱动轮的动力，以满足汽车在不同行驶条件下的动力需求，如启动、加速、上坡及转弯等。

(3) 提供稳定性和操控性 差速器使得车辆在转弯时，两个驱动轮能以不同的速度旋转，增强了车辆的稳定性和操控性。

2. 常见的电驱动桥制造工艺

电驱动桥的制造工艺对其性能和使用寿命有着重要的影响。因此，对常见的电驱动桥制造工艺的研究和掌握至关重要。

(1) 材料选择与处理 材料的选择对电驱动桥的性能和耐久性有着显著的影响。一般情况下，电驱动桥主要采用高强度钢材，通过热处理和冷处理来提高其硬度和耐磨性，以承受车辆在行驶过程中产生的各种力和压力。

(2) 齿轮制造 齿轮是电驱动桥中最重要的部件之一，其制造工艺直接影响着电驱动桥的性能和使用寿命。齿轮制造主要包括切削、热处理、精加工和检验等步骤。

(3) 组装 组装是电驱动桥制造的最后阶段，涉及到所有部件的安装和调试。首先，按照设计图样，将电动机、减速器、差速器和驱动轴等部件按照一定的顺序和位置安装到电驱动桥中。然后，进行详细的调试和检验，确保电驱动桥的各部件工作正常，达到预定的性能指标。

(4) 检验与测试 最后，电驱动桥需要进行严格的检验和测试，以确保其性能和质量。检验内容主要包括尺寸检验、性能检验、耐久性检验等。测试主要包括静态测试和动态测试，以评估电驱动桥在各种工况下的性能和耐久性。

这些是制造电驱动桥的一些常见工艺，它们共同决定了电驱动桥的性能和使用寿命。对这些工艺的研究和优化，对提高电驱动桥的性能和解决NVH问题有着重要的意义。

3. 制造工艺对电驱动桥性能的影响

电驱动桥的制造工艺对其性能有着深远的影响。每一个制造步骤、每一个工艺决策，都可能对电驱动

桥的整体性能产生影响。

(1) 材料选择 电驱动桥的材料选择直接决定了其强度、耐磨性以及寿命。高质量的材料可以提供更好的强度和耐久性，从而提高电驱动桥的性能。同时，材料的热处理工艺也会影响其硬度和耐磨性，这对于承受车辆在行驶过程中产生的各种力和压力至关重要。

(2) 齿轮制造 齿轮的制造工艺直接影响电驱动桥的运行效率和噪声。齿轮的精度、热处理质量以及表面粗糙度，都会对齿轮啮合的效率、齿轮的寿命以及运行噪声产生影响。

(3) 组装工艺 电驱动桥的组装工艺也会影响其性能。部件的安装精度、扭矩控制以及密封性能，都会对电驱动桥的运行稳定性、效率以及防泄漏性能产生影响。

(4) 检验与测试 检验与测试工艺也会影响电驱动桥的性能。只有严格的质量控制和完善的测试流程，才能确保电驱动桥的性能达到设计指标，从而提高其在实际应用中的表现。

总的来说，电驱动桥的制造工艺对其性能有着深远的影响。通过优化制造工艺，可以有效提高电驱动桥的性能，解决NVH问题，从而提高电动汽车的驾驶体验。

电驱动桥的NVH问题分析

1.NVH问题的具体表现和影响

表1是NVH问题的一些具体表现以及其对电动汽车

性能的影响。

从表1中可以看出，NVH问题在电驱动桥的应用中可能带来许多不利的影响，因此对其进行深入的研究和解决具有重要的意义。

2.噪声源、振动源的定位及影响因素

噪声和振动的产生通常是多源性和复杂性的，可能来自电驱动桥的多个组件和它们之间的相互作用。以下是一些主要的噪声源和振动源，以及它们的影响因素（见表2）。

从表2中可以看出，电驱动桥的噪声源和振动源多样，影响因素复杂，对其进行准确的定位和分析，采取合理的控制策略，对于提高电动汽车的性能和驾驶体验，保证驾驶安全具有重要的意义。

3.对当前电驱动桥NVH问题的量化评估

对电驱动桥的NVH问题进行量化评估，有助于了解问题的严重程度，为后续的解决方案提供依据。一般可以从以下几个方面进行评估：

(1) 噪声评估 通过声级计测量电驱动桥在不同工况下（如不同负载、转速）的声级，以dB（A）为单位表示。另外，可以采用声频分析仪进行噪声频谱分析，了解噪声的频谱特性，如主频、谐波频率等。

(2) 振动评估 通过振动传感器测量电驱动桥在不同工况下的振动级别，以m/s²为单位表示。另外，可以采用振动分析仪进行振动频谱分析，了解振动的频谱特性，如主频、谐波频率等。

(3) 舒适性评估 通过主观评价或模拟驾驶试验

表1 电驱动桥NVH问题的具体表现与影响

问题类型	具体表现	影响
噪声	来自电动机、减速器、驱动轴等各种部件的运行，也可能由于部件之间的相互作用产生，包括低频嗡鸣、高频尖叫、不规则响声等	过高的噪声可能会让驾驶员感到不适，影响驾驶体验。噪声过高可能会影响驾驶员的注意力
振动	可能源于电动机的不平衡、齿轮的啮合、轴承的磨损等	振动可能导致电驱动桥的性能下降，例如，过度的振动可能导致部件的早期磨损，影响电驱动桥的效率和寿命。振动过大可能会影响车辆的稳定性
粗糙度	通常由于振动或噪声导致驾驶员感觉到的行驶过程中的不顺畅、不平滑	粗糙度问题可能影响驾驶员的驾驶舒适性，影响驾驶体验

表2 电驱动桥NVH问题的具体表现与影响

组件	噪声源定位	影响因素	振动源定位	影响因素
电动机	电动机运行过程中可能产生的电磁噪声	电动机的设计（如转子和定子的设计）、电动机的控制策略等	电动机的不平衡可能导致旋转振动	电动机的设计、制造精度、装配质量等
齿轮系统	齿轮啮合可能产生啮合噪声和啮合冲击噪声	齿轮的设计（如齿形、齿距、齿宽等）、齿轮的制造精度、润滑条件等	齿轮的啮合非均匀可能导致齿轮的振动	齿轮的设计、制造精度、装配质量及润滑条件等
轴承	轴承工作过程中可能产生滚动噪声和冲击噪声	轴承的类型、制造精度、装配质量及润滑条件等	轴承的不平衡和磨损可能导致轴承的振动	轴承的类型、制造精度、装配质量及润滑条件等

评价电驱动桥的NVH问题对驾驶舒适性的影响。可以通过问卷调查等方式获取用户对噪声、振动的感知和接受程度。

以上方法可以为电驱动桥的NVH问题提供量化的评估结果，为后续的优化设计和改进提供依据。此外，这些评估结果还可以与行业标准或其他电驱动桥产品进行对比，了解产品的性能水平。

系统化降噪与防振策略研究

1.改进电驱动桥设计与制造工艺以降低NVH的策略

降低电驱动桥的噪声和振动，不仅可以提升驾驶者的舒适感，还可以提高整车的品质和可靠性。以下是几种可能的降低NVH的策略。

- (1) 电动机设计 采用优化的电磁设计和控制策略，减少电磁噪声。比如，通过改变电动机的开关频率，可以将噪声频率调整至人耳不易察觉的范围。
- (2) 齿轮系统设计 优化齿轮的设计和制造，降低齿轮噪声。例如，可以采用修正的齿形设计，减少齿轮的啮合冲击；改善齿轮的制造和装配质量，降低齿轮的误差；采用适当的润滑方法，减小齿轮啮合时的摩擦。
- (3) 轴承设计 选择合适的轴承类型和大小，改善轴承的制造和装配质量，使用适当的润滑和维护策略，可以有效地降低轴承噪声。

(4) 结构优化 通过优化电驱动桥的结构设计，可以有效地降低振动。例如，增加结构的刚度，减少振动；采用吸振材料，减轻振动的传播；改变结构的自然频率，避免共振。

(5) 工艺优化 提高制造和装配的精度，例如，采用精密的加工设备，改进装配方法等。

以上策略需要在电驱动桥的设计和制造阶段进行综合考虑，以实现最佳的NVH性能。

2.采用新材料和新技术降低NVH的可能性

随着科技的发展，一些新的材料和技术为降低NVH提供了可能性。

- (1) 复合材料 复合材料具有高强度、质量轻、阻尼性好等特性，可以用于电驱动桥的关键部件，如电动机壳、齿轮等，以降低结构振动和噪声。
- (2) 陶瓷轴承 陶瓷轴承由于其自身的材料特性，如高刚度、低热膨胀系数等，可以在高速运转时产生较低的噪声和振动。
- (3) 噪声控制材料 可以在电驱动桥的外壳或者周围结构上使用吸声、隔声材料，减少噪声的传播。
- (4) 有限元分析和多体动力学分析 通过使用这些计算机辅助工程（CAE）工具，可以在设计阶段就预测和控制NVH问题，减少试错次数，提高设计效率。
- (5) 主动噪声控制技术 通过产生和噪声相反的声波，以实现噪声的消除。这种技术在一些特定的频

率范围内，能有效地减少噪声。

(6) 优化控制策略 采用先进的电动机控制策略，如矢量控制、直接转矩控制等，可以减少电动机的噪声和振动。

这些新的材料和技术提供了降低电驱动桥NVH的新思路和新可能，但同时也需要解决一些新的挑战，如成本、可靠性、工艺复杂性等。

3. 制定试验方案，验证降噪与防振策略的效果

实施了降噪和防振策略后，需要通过试验方案来验证这些策略的效果。以下是一个可行的试验方案。

(1) 试验准备 首先，根据前期的设计改进和工艺优化，制造改进后的电驱动桥样品。然后，准备相应的试验设备，包括声级计、振动传感器、数据采集系统等。

(2) 实施试验 在一个可控制的环境中（如半消声室），按照预定的工况（如不同负载、转速）运行电驱动桥，同时用声级计和振动传感器分别测量噪声和振动的级别。通过数据采集系统，记录试验数据。

(3) 数据处理和分析 通过数据处理软件，进行噪声和振动的频谱分析，了解改进后的电驱动桥的NVH性能。对比改进前后的数据，评估降噪和防振策略的效果。

(4) 试验报告 根据试验结果，编写试验报告，包括试验目的、试验设备和方法、试验结果和分析、结论等。

这个实验方案旨在验证改进后的电驱动桥是否能有效地降低噪声和振动，提高驾驶舒适性。在试验过程中，可能需要多次迭代和调整，以达到预期的效果。

结语

本文对电驱动桥制造工艺及其性能特性进行了深入的研究，特别是关于NVH问题，进行了详尽的分析并提出了一些具有实际意义的解决策略。

在电驱动桥制造工艺的探讨中，详细了解了电驱动桥的基本构造及功能，以及常见的电驱动桥制造工艺，进一步明确了制造工艺对电驱动桥性能的影响。对于NVH问题，从噪声和振动的具体表现，源头定位

以及影响因素进行了全面的剖析，并对当前电驱动桥的NVH问题进行了量化评估。在系统化降噪与防振策略研究中，提出了改进电驱动桥设计与制造工艺以降低NVH的策略，探讨了新材料和新技术在降低NVH方面的可能性，并最终制定了具体的试验方案，用以验证降噪与防振策略的效果。

总的来说，通过深入研究和理解电驱动桥的制造工艺、性能特性以及NVH问题，能够针对性地提出有效的解决方案，既提高了电驱动桥的整体性能，也提升了驾驶者的舒适度和驾驶体验。但同时，这是一个持续的研究过程，科技的发展会带来新的挑战 and 机遇，需要持续关注、研究和应对。

参考文献:

- [1] 沈晔超, 葛勇. 基于驱动桥壳半轴套管再制造的镀层性能分析与研究[J]. 电镀与精饰, 2023, 45 (3): 26-31.
- [2] 暴杰, 许重斌, 赵慧超. 汽车电驱动新型轴向磁通电动机技术综述[J]. 汽车文摘, 2022 (5): 44-48.
- [3] 刘满丽, 李太平. 液压缸密封工艺研究[J]. 中外企业家, 2017 (18): 184.
- [4] 刘大鹏. 汽车弧齿锥齿轮加工[J]. 现代零部件, 2014 (4): 62-63.
- [5] 伍捷, 孙义和. 混合动力电动汽车的特定用户移动传感器和能量存储系统[J]. 清华大学学报 (自然科学版), 2012, 52 (12): 1787-1792.
- [6] 李文彪, 王洪兵, 杨中兴, 等. 电动变频钻机[J]. 石油科技论坛, 2012, 31 (4): 65-67, 77.
- [7] 孙筑和, 吴向阳. 拉延中段与冲焊中段对比研究及展望[J]. 合肥工业大学学报 (自然科学版), 2009, 32 (S1): 163-166.
- [8] 赵正彩. 汽车焊接桥壳成型工艺的分析对比[J]. 重型汽车, 2009 (3): 18-21.
- [9] 吴瑞明, 周晓军, 雷良育. 液压缸密封工艺分析[J]. 机床与液压, 2003 (6): 306-307, 324. **AUTO1950**