

转向架轴承现状研究与故障分析

徐岸利 谢常华

中车资阳机车有限公司 四川 资阳 641300

摘要: 转向架轴承是轨道交通车辆的关键部件,不仅要承受簧上重量及钢轨对车轮的轴向、径向冲击,还要传递牵引力及一些附加载荷。本文通过对大量相关文献的梳理和归纳,总结了转向架轴承的主要故障类型和原因,并提出了相应的改进措施,包括设计优化、生产工艺改进、检修与维护策略等,通过对转向架轴承现状的深入研究,有助于我们更好地了解其性能和可靠性,为进一步优化和改进提供参考。

关键词: 转向架轴承; 现状; 故障分析

引言

转向架轴承是铁路车辆转向架系统中的关键部件,其性能和使用寿命对于保证车辆运行安全、提高运行效率具有重要作用。然而,在实际使用过程中,转向架轴承容易受到各种因素的影响,出现故障和失效的情况时有发生。因此,对转向架轴承的现状和常见故障进行深入研究,并提出相应的故障预防与改进措施,对于提高其性能、使用寿命及安全可靠性具有重要意义。

1 转向架轴承现状分析

1.1 国内转向架轴承的生产和使用情况

现国内有许多生产转向架轴承的厂家,如瓦房店轴承股份有限公司、大连大轴轴承有限公司、哈尔滨轴承制造有限公司等。这些公司在技术水平、产品质量和生产能力等方面存在一定的差异。在国内转向架轴承被广泛应用于铁路、汽车、航空航天等领域。其中,铁路行业对转向架轴承的需求量最大,因此转向架轴承在铁路行业的使用情况尤为重要。

1.2 国际转向架轴承的生产和使用情况

现国际上知名的转向架轴承生产厂家包括SKF、Schaeffler、FAG等。这些公司在技术研发、产品质量和市场份额等方面具有较高的水平。转向架轴承在国际上被广泛应用于铁路、汽车、航空航天等重要领域。其中,欧洲和北美地区的铁路网络发达,对转向架轴承的需求量也较大。

1.3 现有转向架轴承的优缺点分析

现有的转向架轴承具有较高的承载能力、较低的摩擦系数、良好的抗磨性等优点。同时,一些厂家还采用了先进的制造工艺和材料,提高了轴承的使用寿命和可靠性。然而,现有的转向架轴承也存在一些缺点,如制造工艺复杂、成本较高、维护保养困难等。此外,一些轴承在高速运行过程中容易产生振动和噪音,不仅影响

乘坐舒适性,同时一旦轴承异常超出限定值,存在一定的行车安全。

2 转向架轴承故障分析

2.1 常见故障类型

(1) 疲劳损伤: 轴承在长时间运行过程中,由于过载、振动、老化等因素,可能会导致轴承疲劳裂纹、剥离或剥落等疲劳损伤。这种材料裂纹损伤通常与轴承的制造质量、材料选择、热处理等因素有关。(2) 磨损: 轴承在运行过程中,在周期性循环应力的作用下,内外圈、滚动体等部位表面可能会发生磨损,从而导致轴承的间隙增大、振动加剧等问题出现。这种磨损通常还与轴承的运行环境、润滑状态、负荷等因素有关。(3) 腐蚀: 轴承在运行过程中,可能会受到水分、氧气、酸性或碱性介质等环境因素的影响,导致轴承表面腐蚀,而引起材料剥落、性能下降等问题。这种腐蚀通常与轴承的材料选择、表面处理、运行环境等因素有关;同时在轴承转速低、处于摇动状态时产生的摩擦磨损也可能引发腐蚀或锈蚀。(4) 润滑不良: 如果轴承的润滑油不足或质量不合格,可能会导致轴承发热、磨损加剧、振动频率加剧等问题。这种润滑不良通常与润滑系统的设计、润滑剂的选择、润滑油的量等因素有关^[1]。

2.2 故障原因及影响

(1) 设计不合理: 轴承的设计参数、选材和结构不合理可能会导致其疲劳性能不足,无法承受高强度或长时间的工作负荷,进而引发故障。例如,设计人员可能未充分考虑轴承的实际工作环境和使用寿命需求,导致轴承的设计无法满足长期运行的要求。(2) 生产工艺缺陷: 在轴承的制造过程中,如果存在质量问题,如锻造、热处理等工艺不当,可能会导致轴承的内部结构不均匀、硬度不达标等问题,进而影响轴承的使用寿命和性能。(3) 安装与维护不当: 轴承的安装不到位或维护

过程中清洗、润滑不当,可能会引发轴承故障。例如,安装过程中可能未正确使用工具或未遵循安装规范,导致轴承的几何精度或配合精度受到影响;在维护过程中,如果清洗液或润滑剂选择不当,可能会对轴承造成腐蚀或磨损。(4) 外部环境影响:高温、高湿、杂质等外部环境因素可能会对轴承的性能产生负面影响,导致其早期损坏。例如,高温可能会导致轴承的材料软化、耐磨性下降;高湿环境可能会导致轴承的表面锈蚀;杂质可能会进入轴承内部,对轴承的表面和内部结构造成损伤。

2.3 故障诊断与监测技术

(1) 振动分析:振动分析是通过在轴承运行过程中采集振动信号并进行频谱分析,可以判断轴承是否存在故障。正常运行的轴承振动信号具有特定的频谱特征,而出现故障时,如疲劳剥落、磨损等,振动信号的频谱会发生相应的变化。通过监测和分析这些变化,可以确定车辆故障部位,便于及时查找故障、解决问题。(2) 温度监测:轴承在正常运行时,其温度一般处于一个稳定的范围内。如果轴承出现故障,如过载、润滑不良等,会导致轴承温度升高。通过安装温度传感器,实时监测轴承的运行温度,可以及时发现轴承的过热故障,采取相应的措施防止轴承进一步损坏。(3) 声波检测:轴承在正常运行时,其内部滚动体和内外圈之间会发出特定的声音。当轴承出现故障时,如剥落、磨损等,会改变这种声音特征。声波检测技术利用换能器采集轴承运行时的声音信号,通过分析这些声音信号的特征,可以判断轴承的故障类型和部位。(4) 光学检测:光学检测技术利用光学成像设备对轴承表面进行实时监测。通过观察轴承表面的镜面反射和漫反射情况,可以判断轴承表面是否存在异常情况,如划痕、麻点等。这种技术可以及时发现轴承表面的早期损伤,为预防性维修提供依据。

3 转向架轴承故障预防与改进措施

3.1 设计优化

在转向架轴承故障预防与改进措施中,设计优化是至关重要的。(1) 合理选择轴承类型和尺寸:根据应用需求和运行环境,选择适合的轴承类型和尺寸。例如,对于高负载、高转速的工况,应选择具有高承载能力和良好润滑性能的轴承。需确保轴承的尺寸和公差符合设计要求,以确保良好的配合和运转性能。(2) 优化轴承材料选择:选择具有优良力学性能和抗疲劳性能的材料,如高强度不锈钢或合金钢。通过合理的材料选择,可以提高轴承的抗疲劳性能,延长其使用寿命。(3) 改

进轴承结构设计:以提高其承载能力和稳定性,例如,可以改进滚道形状、优化滚动体与内外圈的配合关系,以降低应力集中和摩擦阻力。此外,合理设计保持架的结构和材料,确保其具有足够的强度和稳定性。(4) 强化轴承制造质量控制:通过制定严格的制造工艺和质量控制计划,确保轴承的制造质量符合设计要求。在制造过程中,要特别关注轴承的加工精度和表面质量,以减少表面缺陷和应力集中。同时,进行必要的检验和测试,确保轴承的尺寸、材料和性能均符合标准。(5) 考虑轴承的安装和维护要求:在设计过程中,对于复杂的安装环境或维护需求,应选择适合的轴承类型和尺寸。此外,为便于维护和更换,需设计可拆卸的轴承组件或单元^[2],充分考虑工艺性。(6) 增强与其它零部件的匹配性:转向架轴承作为机械系统的一部分,需要与其他零部件如轴、箱体等相互配合。因此,要确保轴承的设计与整个机械系统相匹配,以确保良好的运转性能,从而降低故障风险。(7) 考虑环境因素影响:针对特殊的应用环境和运行条件(如高温、高湿、腐蚀等),应考虑采取相应的防护措施来保护轴承不受环境因素的影响。例如,使用密封件来防止水分和杂质进入轴承内部,或在轴承表面涂覆防腐涂层。(8) 利用现代设计工具和方法:借助现代计算机辅助设计工具和方法(如有限元分析、动力学分析、优化算法等),可以对轴承的设计进行更精确的分析和优化。这些工具可以帮助设计师在早期发现潜在的设计问题并采取改进措施,从而提高设计的可靠性和效率。

3.2 生产工艺改进

生产工艺改进对于提高转向架轴承的质量和性能具有关键作用。(1) 严格控制原材料质量:确保所使用的原材料符合标准和要求,对有杂质和缺陷产品进行筛查并杜绝。在供应商选择方面,要选择具有良好信誉和稳定质量的供应商,并对原材料进行严格的质量检验和控制。(2) 优化锻造和热处理工艺:锻造和热处理是轴承制造过程中的关键环节。要优化这些工艺过程,以获得理想的材料结构和机械性能。例如,通过合理的锻造参数和热处理温度控制,可以减少材料内部的微观缺陷和应力集中,提高轴承的抗疲劳性能。(3) 提高加工精度和表面质量:通过采用先进的加工设备和工艺,提高轴承的加工精度和表面质量。这可以减少轴承运行时的摩擦阻力和应力集中,提高轴承的承载能力和稳定性。要确保轴承的尺寸和公差符合设计要求,避免配合不良引起的故障。(4) 强化无损检测:通过无损检测技术,如超声波检测、射线检测等,对轴承内部进行全面的质

检测,及时、全面发现潜在的缺陷和故障。(5)优化装配工艺:优化装配流程,确保各零部件的配合精度,对紧固件的拧紧力矩、顺序应提出更高的要求。在装配过程中,要避免过度用力或冲击,以防止轴承损坏或变形。(6)实施严格的质量控制体系:对生产过程中的关键环节进行严格监控,通过实施自检、互检和专检等质量控制措施,确保每道工序的质量符合要求,避免出现批量质量问题。(7)持续改进和技术创新:持续关注行业动态和新技术发展,结合实际生产情况进行技术创新和改进。例如,引入更先进的生产设备和技术,优化生产流程,提高生产效率和产品质量。

3.3 检修与维护策略

检修与维护策略是预防和减少转向架轴承故障的关键环节。(1)制定详细的检修计划:检修计划应包括检修周期、检修内容、操作流程等,以确保在规定的时间内对轴承进行全面的检查和维护。(2)定期检查与更换:定期对轴承进行清洗、润滑,并检查其外观状况进行确认,如是否有异常磨损、裂纹、保持架损坏等。对于出现故障或磨损严重的轴承,要及时进行更换,以避免故障扩大或引发行车安全事故。(3)使用先进的检测设备:如振动分析仪、温度传感器、超声波探伤仪等,对轴承进行检测和诊断。通过采集和分析轴承的振动信号、温度变化、声波特征等信息,可以准确判断轴承的运行状态和潜在故障。(4)实施预防性维修:根据轴承的使用情况和历史故障数据,提前制定预防性维修计划。对于易损件或高故障率的部分,要定期进行更换或维修,以预防故障的发生。此外,可以通过定期对轴承进行预加载或预旋转,来消除间隙和磨损不均匀的问题。(5)建立维修记录和分析系统:对轴承的维修过程、故障类型、更换零部件等信息进行详细记录。通过对维修记录进行分析,可以找出轴承故障的根源和改进方向,为后续的维修工作提供参考。(6)培训专业维护人员:对转向架轴承的工作原理、结构、拆卸和安装流程等有深入了解。通过专业培训和实践经验积累,可以提高维护人员的技能水平和工作效率,确保检修与维护工作的准确性和有效性。(7)加强与制造商的技术合作:与轴承制造商保持紧密的技术合作,了解最新的轴承设计和制造技术,参与轴承的优化改进过程。通过技术合作,可以获得更专业的技术支持和解决方案,提高检修与维护工作的水平。

3.4 人才培养与技术交流

人才培养与技术交流是确保转向架轴承正常运行和

降低故障率的重要环节。(1)建立专业培训计划:针对转向架轴承的相关技术和理论知识,制定培训计划。包括轴承的工作原理、结构、材料、制造工艺、故障诊断与维修等方面的知识^[1]。通过定期组织培训和考核,确保相关人员具备足够的专业知识和技能。(2)加强技术交流与合作:组织定期的技术交流会议和合作项目,促进不同部门、企业之间的技术交流与合作。通过分享经验、讨论问题和共同研发,可以提升整个行业的技术水平,共同解决轴承故障的难题。(3)培养专业维护人才:加强对轴承维护人员的培训和技能提升,使他们具备正确的维护方法和操作技能。通过实践操作和案例分析,使维护人员熟练掌握轴承的安装、拆卸、润滑、检测等操作流程,提高维护工作的效率和准确性。(4)建立专家咨询机制:与行业内的专家和学者建立紧密的合作关系,遇到技术难题或复杂问题时,可以寻求专家咨询和指导。通过借助专家的经验和专业技能,可以迅速解决问题,提高故障排除的效率。(5)鼓励创新与研发:鼓励和支持相关人员进行轴承故障预防与改进的技术创新和研发。通过提供创新平台、科研资金和奖励机制,激发员工的积极性和创造力,推动技术的不断进步。(6)建立信息共享平台:建立一个开放的信息共享平台,鼓励不同部门和企业之间分享轴承故障的相关信息、数据和经验。通过信息共享,可以促进知识的传播和应用,共同提高行业整体水平。(7)加强质量意识教育:定期开展质量意识教育活动,使相关人员充分认识到转向架轴承质量的重要性。通过培养员工对质量的重视和责任心,确保在工作中严格执行质量标准 and 操作规程。

结语

综上所述,转向架轴承是轨道交通车辆中非常重要的部件,对车辆的安全性和稳定性具有重要影响。为了预防和减少故障,我们需要加强对其现状的研究和分析,采取有效的预防和改进措施。同时,关注新技术的发展和应用,不断创新和学习,以提高转向架轴承的性能和可靠性。未来,我们需要关注转向架轴承的最新技术和研究成果,为推动轨道交通事业的持续发展做出贡献。

参考文献

- [1]赵晓丹,刘新艳,王玉春.地铁车辆转向架轴承故障诊断[J].中国高新区,2019(8):172.
- [2]汤清枫.地铁车辆转向架的故障与处理技术研究[J].工程技术研究,2019,4(21):121-122.
- [3]赵勇.探讨地铁车辆转向架的轴承故障诊断方法[J].名城绘,2019(6):0050.