轨道列车轴箱轴承故障诊断与预测研究综述

李 强

(1. 重庆交通大学 信息科学与工程学院，重庆 400074)

摘要：轨道交通作为国家经济和社会发展的重要基础设施，在推动区域经济一体化、提升公共交通服务质量和推动绿色发展方面起着至关重要的作用。随着我国铁路运营规模的不断扩大，如何确保大量轨道列车在复杂环境中长期安全、高效地运行，成为了铁路行业亟待解决的关键问题。轴箱轴承作为轨道列车转向架中的核心部件，具有承载、支撑和运动转换等重要功能。本文综述了轴箱轴承故障的特征与类型，回顾了国内外故障诊断与预测方法的研究现状，并展望了未来技术的发展方向。

关 键 词：轴箱轴承；故障诊断；故障预测

Review of Fault Diagnosis and Prognosis in Railway Train Axle-Box Bearing

LI Qiang1

(1. School of Information Science & Engineering，Chongqing Jiaotong University，Chongqing 400074，P. R. China)

**Abstract：**In l.

**Key words**：axle-box bearing；fault diagnosis；fault prognosis

1 引言

轨道交通作为国家经济和社会发展的重要基础设施，其在促进区域经济一体化、提升公共交通服务质量和推动绿色发展等方面发挥着至关重要的作用。随着我国铁路运营规模的持续扩大，如何确保大量轨道列车在复杂环境中长期安全、高效地运行，已成为铁路行业亟待解决的重要问题。

在铁路系统中，轴箱是安装在轴颈上的关键部件，它连接着轮对和转向架或二轴车的车体。轴箱的主要功能是将车辆的重量和载荷传递给轮对，同时为轴颈提供润滑，减少摩擦力，从而降低列车运行时的阻力。轴箱轴承是轨道列车转向架中的核心旋转部件，类似于列车的“脚踝”，负责承载、支撑以及运动转换等至关重要的功能[1]。

根据所使用的轴承类型，轴箱装置可以分为两大类：滑动轴承轴箱装置和滚动轴承轴箱装置。在早期，铁路机车和车辆普遍使用滑动轴承轴箱装置，但自20世纪初以来，滚动轴承轴箱装置开始被试用，并逐渐成为主流，取代了滑动轴承轴箱装置。在中国，所有的铁路客车以及柴油和电力机车都已经采用了滚动轴承轴箱装置，而在货车中，这种装置的使用也在逐步增加。轴箱及双列圆锥滚动轴承如图1所示，这种轴承由内圈、外圈、滚子和保持架组成，用于承受径向和/或轴向负荷。



**图1 轴箱及双列圆锥滚动轴承**

**Fig.1 Axle-box and double row tapered roller bearing**

在列车运行过程中，轴箱轴承会因工况的频繁变化和轨道的不平整而遭受磨损、疲劳甚至剥落，这直接影响了轴承的性能和寿命。据统计，机械设备故障的30%由滚动轴承故障所引起[2]，因此，科学地进行轴箱轴承的维护，确保其高效运行并降低维护成本，是铁路运输领域面临的关键挑战。本文将首先总结轴箱轴承故障的特征和类型，然后回顾国内外在故障诊断与预测方法上的研究现状，最后展望轴箱轴承故障诊断与预测技术的未来发展趋势。

2 轴箱轴承故障的特征与类型

2.1 轴箱轴承故障的常见类型

根

2.2 故障的特征

在

2.3 故障诊断的挑战

通

3 故障诊断方法

3.1 传统方法

标。

3.2 基于机器学习的故障诊断

在

3.3 基于深度学习的故障诊断

法。

4 故障预测方法

4.1 剩余使用寿命预测

针对

4.2 健康管理与预测框架

。111

4.3 数据驱动的预测模型

。222

5 结论

。

参考文献(References)：

1. 顾晓辉，杨绍普，刘文朋，等．高速列车轴箱轴承健康监测与故障诊断研究综述[J]．力学学报，2022，54(07)：1780-1796．

GU Xiaohui, YANG Shaopu, LIU Wenpeng, et al. Review of Health Monitoring and Fault Diagnosis of Axle-Box Bearing of High-Speed Train[J]. *Chinese Journal of Theoretical and Applied Mechanics*, 2022, 54(07):1780-1796.

1. 任勇．变转速旋转机械关键零部件故障诊断研究[D]．徐州：中国矿业大学，2019．

REN Yong. *Fault Diagnosis for Key Components of Rotating Machinery under Varying Speeds*[D]. Xuzhou: China University of Mining and Technology, 2019.

1. 11
2. 11