

# 内燃机车电机传动轴机械振动的原因分析和处理

王洪恩 刘永丽

安阳钢铁股份有限公司 河南 安阳 455000

**摘要:** 内燃机车电机传动轴机械振动是影响机车性能稳定性的核心问题。本文深入剖析了振动的主要成因,涵盖传动轴结构、不平衡振动、轴承故障和外部干扰等多方面。为解决这一问题,本文提出平衡调整、轴承故障诊断与处理、传动系统优化升级及定期检查维护等对策。这些措施的实施,能有效减少机械振动,增强机车运行的稳定性与可靠性,为内燃机车的长期安全运行奠定坚实基础。

**关键词:** 内燃机车; 电机传动轴; 机械振动; 故障诊断; 处理措施

## 1 内燃机车电机传动轴的基本结构和工作原理

内燃机车电机传动轴作为机械传动系统的核心部件,其基本结构和工作原理对于确保机车的正常运行和性能至关重要。首先来看内燃机车电机传动轴的基本结构,传动轴主要由轴体、轴承、联轴器和密封件等部分组成。轴体是传动轴的主体,通常采用高强度钢材或铸铁材料制成,以承受传动过程中的弯曲和扭转力。为了提高轴体的耐磨性和防腐能力,其表面通常会进行特殊处理,如喷涂防锈涂层或进行硬化处理。轴承则起到支撑轴体的作用,减少摩擦和磨损,确保传动过程的平稳和可靠。联轴器用于连接电机和传动轴,实现动力的传递。密封件则用于防止油液或其他杂质进入传动轴内部,保持其良好的工作环境。接下来探讨内燃机车电机传动轴的工作原理,内燃机车电机传动轴的主要作用是将电机产生的动力和扭矩传递给传动装置,从而驱动机车运行。当电机启动时,它会产生旋转力矩,通过联轴器传递给传动轴。传动轴在轴承的支撑下,将旋转力矩传递给与之相连的传动装置,如齿轮箱、减速器等。这些传动装置进一步将力矩传递给车轮,使机车得以行驶。在传动过程中,传动轴不仅要承受来自电机的旋转力矩,还要承受来自机车行驶过程中的各种冲击和振动。传动轴的设计必须充分考虑其刚度和强度,以确保在各种工况下都能保持稳定的传动性能<sup>[1]</sup>。内燃机车电机传动轴还需考虑热膨胀和润滑等问题,由于机车在运行过程中会产生大量热量,传动轴的材料必须具有良好的热膨胀性能,以避免因热膨胀导致的传动失效。为降低摩擦和磨损,传动轴需要定期添加润滑油,以确保其良好的工作状态。

## 2 电机传动轴在内燃机车中的重要性

电机传动轴在内燃机车中占据着举足轻重的地位,它是机车动力传递的关键部件,直接关系到机车的运行

效率和性能。第一、电机传动轴是内燃机车动力传递的桥梁。在内燃机车的动力系统中,电机产生的旋转动力需要通过传动轴传递给车轮,从而驱动机车前进。如果传动轴出现故障或性能不佳,将会导致动力传递不畅,影响机车的加速性能和行驶稳定性。电机传动轴的性能直接影响着内燃机车的整体动力表现。第二、电机传动轴的可靠性和耐久性对于内燃机车的运行至关重要,由于内燃机车在运行过程中需要承受各种复杂的工况和恶劣的环境条件,如高温、高湿、高速等,传动轴必须具备高度的可靠性和耐久性。如果传动轴在运行过程中出现断裂、变形或磨损等问题,将会导致机车动力中断,甚至引发安全事故。电机传动轴的质量和可靠性是保障内燃机车安全运行的重要因素。第三、电机传动轴的设计和优化也是提升内燃机车性能的关键手段之一,通过采用先进的材料、制造工艺和设计理念,可以提高传动轴的刚性和强度,降低摩擦和磨损,提高传动效率。合理的传动轴设计还可以降低机车的噪音和振动,提升乘客的乘坐体验。

## 3 内燃机车电机传动轴机械振动的原因分析

### 3.1 传动轴的结构特点与振动

内燃机车电机传动轴作为机车动力传输的关键部件,其结构特点对机械振动的产生具有直接影响。传动轴通常由轴体、轴承、联轴器等组成,这些部件在设计 and 制造过程中可能存在的一些微小缺陷或不足,都可能成为振动产生的源头。轴体的设计需要考虑其强度、刚度和疲劳寿命等多个因素,如果轴体设计不合理,如截面尺寸过小或形状不够优化,可能导致在传递扭矩和承受弯矩时产生过大的应力集中,进而引发机械振动。轴体的加工精度和表面质量也会直接影响其振动特性。轴承作为支撑轴体并减小摩擦的关键部件,其性能对传动轴的振动也有显著影响,轴承的精度、游隙以及润滑状

态等因素都可能影响传动轴的稳定性。如果轴承精度不高或游隙过大,可能导致轴体在旋转过程中出现晃动或跳动,从而产生振动。轴承的润滑不良也可能导致摩擦增大,进而引发振动。联轴器作为连接电机和传动轴的部件,其设计和安装质量也对振动有重要影响,联轴器的类型、规格以及安装精度都需要根据实际应用情况进行合理选择。如果联轴器选型不当或安装精度不高,可能导致电机与传动轴之间的连接不稳定,产生振动<sup>[2]</sup>。

### 3.2 不平衡振动的产生

不平衡振动是内燃机车电机传动轴机械振动中最为常见的一种形式。这种振动主要是由于传动轴或其上的旋转部件质量分布不均匀所导致的。当传动轴以一定的转速旋转时,由于质量分布的不均匀,会产生周期性的离心力,从而引发振动。不平衡振动的产生原因有很多,其中最常见的是制造和安装过程中的误差,例如,在制造过程中,由于材料的不均匀性、加工精度的不足或热处理不当等因素,可能导致传动轴或其上的旋转部件质量分布不均匀。在安装过程中,如果轴承、联轴器等部件的安装精度不高或调整不当,也可能导致不平衡振动的产生。不平衡振动对内燃机车的运行具有较大的影响。它会导致传动轴及其相关部件的磨损加剧,缩短使用寿命。不平衡振动还可能引发噪音和振动过大等问题,影响机车的乘坐舒适性和运行稳定性。

### 3.3 轴承故障与振动

轴承作为支撑传动轴并减小摩擦的关键部件,其故障往往会导致机械振动的产生。轴承故障的原因有很多,如润滑不良、磨损、疲劳断裂等。这些故障会导致轴承的性能下降,进而影响到传动轴的稳定性。当轴承出现故障时,其支撑作用会减弱,导致传动轴在旋转过程中出现晃动或跳动。这种晃动或跳动会产生周期性的冲击力,从而引发机械振动。轴承故障还可能导致噪音增大、温度升高等不良现象,进一步影响机车的正常运行。为了减少轴承故障引起的振动,需要定期对轴承进行检查和维护。这包括检查轴承的润滑状态、磨损情况以及游隙等参数,确保其在正常范围内,还需要注意轴承的选型和使用环境,避免因选型不当或环境恶劣导致的故障发生。

### 3.4 其他因素导致的振动

除了上述提到的结构特点和不平衡振动外,还有一些其他因素也可能导致内燃机车电机传动轴的机械振动。这些因素包括外部激励、温度变化、材料性质等。外部激励是指来自机车外部环境或其他部件的振动和冲击力。例如,机车在运行过程中可能遇到不平整的路面

或轨道,这些不平整度会对传动轴产生冲击和振动。其他部件如发动机、齿轮箱等的振动也可能通过连接部件传递到传动轴上,引发振动。温度变化也会对传动轴的振动产生影响,当传动轴在高温或低温环境下工作时,其材料性质可能发生变化,如热胀冷缩、材料弹性模量变化等。这些变化可能导致传动轴的刚度和稳定性发生变化,从而引发振动。材料性质也是影响传动轴振动的一个重要因素,不同材料的传动轴在机械性能、热性能等方面存在差异,这些差异可能导致振动特性的不同。

## 4 内燃机车电机传动轴机械振动的处理措施

### 4.1 传动轴的平衡调整

针对内燃机车电机传动轴机械振动问题,平衡调整是一项关键的处理措施。传动轴在制造和安装过程中,可能会因为各种原因导致质量分布不均,进而引发不平衡振动。对传动轴进行平衡调整,使其质量分布均匀,是减少振动的有效手段。平衡调整的方法通常包括静态平衡和动态平衡两种,静态平衡主要是通过向传动轴上添加或减少配重,使其在静止状态下达到平衡。而动态平衡则是在传动轴旋转过程中进行调整,以消除旋转时的不平衡力<sup>[3]</sup>。在进行平衡调整时,需要使用专业的平衡测试设备,对传动轴的不平衡量进行精确测量,并根据测量结果进行相应的调整。平衡调整不仅可以减少传动轴的振动,还能提高机车的运行稳定性和乘坐舒适性,通过平衡调整,还能延长传动轴及其相关部件的使用寿命,降低维护成本,在内燃机车的设计、制造和维护过程中,应重视传动轴的平衡调整工作。

### 4.2 轴承故障诊断与处理

轴承作为内燃机车电机传动轴的重要组成部分,其故障诊断与处理对于减少机械振动具有重要意义。轴承故障往往会导致传动轴的不稳定运转,进而引发振动。及时诊断和处理轴承故障,是消除振动问题的关键措施之一。在轴承故障诊断方面,可以采用振动分析、温度监测、声音识别等多种方法,通过监测轴承的振动信号、温度变化和声音特征,可以及时发现轴承的异常情况,如磨损、松动、断裂等。还可以利用先进的故障诊断技术,如频谱分析、小波分析等,对轴承故障进行精确定位和定性分析。一旦诊断出轴承故障,就需要及时进行处理,处理措施包括更换损坏的轴承、调整轴承间隙、改善润滑条件等。在更换轴承时,应选用质量可靠、性能稳定的轴承产品,并按照规定的安装要求进行安装和调整。同时,还需要加强对轴承的润滑管理,确保轴承在良好的润滑状态下运行。

### 4.3 传动系统的优化与升级

传动系统的优化与升级是减少内燃机车电机传动轴机械振动的根本措施。通过改进传动系统的结构和设计,可以消除或减少振动的根源,提高传动系统的整体性能。在优化传动系统方面,可以从多个方面入手。可以优化传动轴的结构设计,提高其刚度和强度,减少因结构缺陷导致的振动。可以改进轴承和联轴器等关键部件的设计,提高其承载能力和稳定性,减少因部件故障引发的振动。还可以采用先进的传动技术和材料,如柔性传动技术、高强度材料等,提高传动系统的传动效率和可靠性。在升级传动系统方面,可以引入先进的控制技术和智能化设备,对传动系统进行实时监测和调控。通过实时监测传动轴的振动信号和运行状态,可以及时发现异常情况并进行处理。利用智能化设备对传动系统进行自动化调控,可以根据机车的实际运行情况进行动态调整,实现最优的传动效果。

#### 4.4 定期检查与维护

定期检查与维护是确保内燃机车电机传动轴正常运行、减少机械振动的重要措施。通过定期检查,可以及时发现传动轴及其相关部件的磨损、松动、变形等异常情况,并进行相应的维护和处理。在定期检查方面,应制定详细的检查计划和流程,明确检查内容、方法和周期。检查内容应包括传动轴的外观、振动情况、温度变化等方面。检查方法可以采用目视检查、振动测量、温度监测等多种手段。检查周期应根据机车的运行情况和维护要求进行合理安排,确保传动轴得到及时有效的检查<sup>[4]</sup>。在维护方面,应根据检查结果进行相应的处理,对于磨损严重的部件,应及时进行更换或修复;对于松动或变形的部件,应进行紧固或调整;对于润滑不良的部件,应加强润滑管理,确保润滑良好。还需要对传动轴进行清洁和防锈处理,保持其良好的工作环境和外观状态。

#### 5 内燃机车电机传动轴振动处理技术的未来发展趋势

内燃机车电机传动轴振动处理技术的未来发展趋势将呈现以下几个方向:(1)能化与自动化将是未来的主要发展潮流,随着传感器技术和数据处理能力的提升,振动处理系统将更加智能和自动化。通过实时监测和数据分析,系统能够自动判断传动轴的振动状态,预测潜在

在故障,并采取相应的处理措施。这种智能化与自动化的趋势将极大提高处理效率,降低维护成本,并提升内燃机车的运行可靠性。(2)精密化与定制化将成为技术发展的重要方向,未来的振动处理技术将更加注重对传动轴振动特性的精细分析,并根据不同的机型、工作环境和需求,定制出更加精准的处理方案。这种精密化与定制化的趋势将有助于提高处理效果,减少不必要的振动,进一步提升内燃机车的性能。(3)环保与节能也将是振动处理技术发展的重要考量因素,随着环保意识的提高和能源资源的日益紧张,未来的振动处理技术将更加注重环保和节能。通过优化处理方案,减少能源消耗和排放,实现内燃机车的绿色、可持续发展。(4)多学科交叉融合将成为振动处理技术创新的重要途径,未来的振动处理技术将涉及机械工程、材料科学、控制理论、信号处理等多个学科领域。通过多学科交叉融合,可以开发出更加先进、有效的处理技术,解决当前面临的振动难题,为内燃机车的发展提供有力支持。

#### 结束语

内燃机车电机传动轴机械振动问题是一个复杂而重要的研究领域。随着科技的不断进步和机车性能的不断提升,对传动轴振动问题的处理也提出更高的要求。未来,将继续深入研究传动轴振动的机理和特性,探索更加先进、有效的处理技术和方法。同时也将加强与其他领域的合作与交流,共同推动内燃机车技术的创新与发展。相信在不久的将来,内燃机车电机传动轴机械振动问题将得到更好的解决,为机车的安全、高效运行提供更加坚实的支撑。

#### 参考文献

- [1]陈亮.李华.内燃机车传动轴机械振动故障分析与处理[J].铁路机车车辆.2023.33(2):74-77.
- [2]张伟.王晓萍.内燃机车电机传动轴振动特性的研究与处理[J].内燃机与配件.2022(5):78-81.
- [3]刘明.孙立.内燃机车传动轴不平衡振动的诊断与处理方法[J].机车电传动.2021(8):43-46.
- [4]王峰.陈刚.内燃机车电机传动轴轴承故障分析与处理策略[J].轴承.2023.40(1):52-55.