

Research on Risk Assessment and Emergency Management of Electric Locomotive

Zhengyang Pan

Tianjin Electric Locomotive Co., Ltd., Tianjin, 300452, China

Abstract

In the contemporary social and economic system, the electric locomotive, as the core equipment of railway transportation, not only carries a huge passenger and cargo transportation task, but also is the direct embodiment of the modernization level of national infrastructure. With the advancement of the “the Belt and Road” initiative and the continuous integration of the global supply chains, the efficient operation and maintenance of electric locomotives has become the key to ensure the unimpeded flow of international logistics. However, in the face of complex and changeable market environment and increasing transportation demand, how to effectively manage the outsourcing accessories supply chain and ensure its stability and emergency response ability has become an urgent problem to be solved. This paper focuses on the risk assessment and supply chain emergency management of electric locomotive external spare parts, aiming to provide support for improving the reliability and safety of railway transportation system through scientific risk assessment of external spare parts and supply chain emergency management of electric locomotive.

Keywords

electric locomotive; outsourcing spare parts; risk assessment; supply chain; emergency management

电力机车委外配件风险评估与供应链应急管理研究

潘正阳

天津电力机车有限公司，中国·天津 300452

摘要

在当代社会经济体系中，电力机车作为铁路运输的核心装备，不仅承载着巨大的客货运输任务，更是国家基础设施现代化水平的直接体现。随着“一带一路”倡议的推进和全球供应链的不断整合，电力机车的高效运行与维护成为了确保国际物流畅通无阻的关键。然而，面对复杂多变的市场环境与日益增长的运输需求，如何有效管理委外配件供应链，确保其稳定性和应急响应能力，成为了一个亟待解决的问题。论文聚焦于电力机车委外配件的风险评估与供应链应急管理，旨在通过科学的电力机车委外配件风险评估与供应链应急管理研究，为提高铁路运输系统的可靠性和安全性提供支撑。

关键词

电力机车；委外配件；风险评估；供应链；应急管理

1 引言

在当今高速发展的交通网络中，电力机车作为铁路运输的主力军，扮演着无可比拟的角色，不仅推动了货物与人员的快速流通，而且促进了区域经济一体化和全球贸易的深化。随着轨道交通技术的不断革新，如高速列车、无人驾驶技术的应用，以及全球范围内铁路网络的持续扩展，电力机车的运营规模和复杂性也随之显著增加。这种趋势对电力机车的维护保养提出了更高要求，尤其是对委外配件管理的精细度和效率，因为配件的及时供应与质量直接关系到机车的运行安全与服务质量。然而，伴随技术进步和运营规模的扩大，电力机车委外配件管理与供应链应急响应面临着前所未

有的挑战。全球化供应链的复杂性增加了风险的多样性，包括但不限于供应商依赖、物流中断、原材料价格波动、质量控制难度加大以及国际贸易环境的不确定性。特别是在遭遇自然灾害、公共卫生事件等突发事件时，供应链的脆弱性暴露无遗，可能导致配件短缺、成本激增，严重时甚至影响整个铁路运输系统的正常运行，造成巨大的经济损失和社会影响。因此，电力机车委外配件风险评估与供应链应急管理研究显得极为迫切。

2 电力机车委外配件概述

电力机车委外配件，是指在电力机车的制造、维修与日常运营过程中，由主机厂或运营单位委托外部专业厂商生产或维修的各类配件。这些配件涵盖了从机械部件如转向架、牵引电机，到电气设备如牵引控制系统、辅助供电设备，再到各类耗材如闸瓦、滤清器等广泛类别，其质量与供应效

【作者简介】潘正阳（1989-），男，中国河北衡水人，本科，工程师，从事机械制造设计及其自动化研究。

率直接影响到电力机车的安全性、可靠性和经济性。

委外配件的分类可以从多个维度进行划分,按功能区分,大致可分为机械类配件、电气电子类配件、制动系统配件、辅助系统配件等。机械类配件如车轴、轮对,确保机车的物理支撑与运动传递;电气电子类配件如牵引逆变器、微机控制单元,负责电力转换与系统控制;制动系统配件关乎行车安全,如空气压缩机、制动阀件;辅助系统配件如空调系统、照明设备,则直接关联乘员舒适度与作业环境。每类配件都有其特定的技术要求和质量标准,确保电力机车在高强度运行条件下的稳定表现。

据中国新经济视点网 2023 年的报告显示,中国电力机车配件市场正经历快速发展阶段,产品产出持续扩张,国家政策鼓励该行业向高技术产品转型,吸引了更多投资者的关注。这表明委外配件市场不仅是电力机车产业链中的关键一环,也是推动整个行业技术进步与产业升级的重要推手。

3 电力机车委外配件管理现状分析

3.1 配件质量控制

配件质量控制是维系电力机车安全运行的生命线,涵盖供应商选择、质量标准设定与检验流程。供应商评估环节,虽然多数企业采用严格的标准,包括资质审核、财务健康度、过往业绩、质量管理体系认证等,但供应商数量庞大,信息不对称问题仍存,小型或新入局者评估难度大。质量标准方面,遵循 ISO/TS 2216949 等国际标准,但执行力度不一,尤其在供应链下游小企业中,标准贯彻不彻底。检验流程虽普遍实行入厂前全检、抽检结合,但自动化检测设备投入不足,依赖人工,效率与准确性受限。

3.2 信息管理系统应用

信息化是提升配件管理效率与透明度的关键。现有多数电力机车企业已部署 ERP、SCM 等系统,实现订单管理、库存控制、生产计划等基本功能自动化,提高响应速度。但系统应用的局限性也显而易见:信息孤岛现象普遍,供应商端系统与主机厂系统兼容性差,数据交换不畅;系统功能偏重于内部管理,缺乏对供应链上下游的实时监控与协同支持,应急响应慢;数据挖掘能力不足,海量数据积累但缺乏有效分析,无法提供预测性维护、需求精准预测等高级应用。

4 电力机车委外配件风险评估

4.1 电力机车委外配件风险识别

电力机车委外配件风险识别是确保供应链安全、高效运行的核心环节,该框架旨在识别、量化并优先排序潜在风险,为后续管理策略的制定提供科学依据。主要有以下风险:

- ①质量风险:配件质量不达标,如设计缺陷、制造误差、材质问题等,不仅影响机车性能,还可能引发安全事故。
- ②市场风险:原材料价格波动、汇率变化、市场需求突变、政策调整等,增加成本,影响供应链成本控制。
- ③技术风险:技术更新迅速,配件不兼容、信息安全

威胁(如数据泄露)、自动化设备故障等,影响供应链效率与安全。

④合规风险:环保法规、劳动法、贸易规则的变化,若供应商不合规,可能导致供应链中断或法律诉讼。

⑤信息风险:供应链信息不透明,沟通不畅,导致决策失误或响应迟缓。

4.2 委外配件风险评估指标体系构建

构建风险评估指标体系,旨在通过量化手段准确反映各类风险状况,一般涵盖风险发生的可能性(Probability, P)、影响程度(Impact, I)以及风险暴露度(Exposure, E)三个维度。

①可能性指标(P):通过历史数据、行业标准或专家评估,确定风险发生的概率,如供应商过去一年的交货准时率、故障发生频次等。

②影响程度指标(I):评估风险一旦发生对电力机车运营的影响,包括直接经济损失、运营中断时间、安全风险等,可用财务损失额、延误小时数等量化。

③风险暴露度指标(E):结合 P 与 I,反映风险的整体严重性, $E=P \times I$,帮助优先排序需重点关注的风险点。

具体指标体系构建时,可依据上述分类细化为:

①供应商风险指标:供应商信用评级、财务健康指数、产能利用率、历史合作评价等。

②物流与交付风险指标:平均运输时间、破损率、物流商信誉度等。

③技术与合规风险指标:技术更新频率、合规性审查合格率、标准变更响应时间等。

④市场风险指标:原材料价格波动系数、汇率波动幅度、供应链多元化程度等。

4.3 委外配件风险评估方法应用

①风险识别与分类:首先,企业组织跨部门团队,结合历史数据与行业经验,识别出供应商风险、物流风险、技术合规风险等主要风险类型,并细化至具体指标。

②构建指标体系:基于风险识别结果,构建包含 5 大类风险、共 25 个具体指标的风险评估体系,涵盖从供应商选择到配件交付的全过程。

③模型应用:采用层次分析法(AHP)构建风险评估模型,确定各风险因素的权重;同时,利用熵权法自动计算指标权重,确保评估的客观性。结合模糊综合评价法处理部分模糊指标,最终形成综合风险评估报告。

④风险评估与应对:通过模型计算,企业发现供应商财务稳定性与技术更新速度是当前最紧迫的风险点,立即采取行动,加强供应商财务审计,引入备选供应商,并与关键技术供应商建立联合研发中心,加快技术迭代。

⑤效果监测与优化:实施风险缓解措施后,企业定期复评风险等级,监测风险变化趋势,并根据市场环境变化调整风险管理体系,持续优化供应链结构。

5 电力机车委外配件供应链应急管理

电力机车委外配件供应链应急管理是对突发事件的预防、准备、响应和恢复过程的系统管理,旨在最小化供应链中断的影响,保障电力机车运行的连续性与安全性。这一过程融合了风险管理、危机管理和供应链管理的理论与实践,对提高供应链的弹性和响应能力至关重要。

5.1 供应链应急管理理论与方法介绍

供应链协同管理理论强调供应链上各节点企业间的紧密合作与资源共享,以达到整体效益最大化。供应链应急管理理论主要基于危机管理理论框架,结合供应链的特性,强调预防、准备、响应和恢复四个阶段的循环管理。关键理论包括:

①集成供应链理论:主张通过信息、流程、决策的集成,消除供应链内部壁垒,实现无缝对接与协调一致。

②弹性理论:提倡供应链应具备快速适应变化、从扰动中恢复的能力,通过多元化供应源、冗余库存等方式增强。

③网络理论:认为供应链是一个复杂的网络系统,应急响应需跨组织协调,加强信息共享与协作机制。

5.2 委外配件供应链突发事件类型与特点

委外配件供应链面临的突发事件多样,按照来源可分为自然因素、人为因素和技术因素三大类:

①自然因素:如地震、洪水、极端天气等自然灾害,可能导致供应商工厂受损、物流中断,严重影响配件生产和交付。具有不可预测性强,影响范围广,恢复周期长,对供应链布局有较高要求等特点。

②人为因素:包括供应商违约、劳资纠纷、国际贸易冲突等,可能导致配件供应中断或成本剧增。具有相对可预防,但影响直接且迅速,需要高度的供应链灵活性与合同风险管理等特点。

5.3 委外配件供应链应急管理体系构建

构建一个高效、有序的委外配件供应链应急管理体系,旨在确保在面对突发事件时,能够迅速识别风险、启动应急响应、控制损失并尽快恢复正常运营。该体系应涵盖组织结构、策略规划、信息共享与协调、应急响应等关键要素。

5.3.1 组织结构与职责

①成立应急管理中心:负责应急管理体系的规划、实施与监督,应包括跨部门成员,如采购、生产、物流、IT及外部专家顾问,确保全面快速响应。

②明确职责分工:确立应急响应小组,每个小组负责特定任务,如风险监测、信息收集、决策支持、执行与恢复,确保紧急情况下快速决策与执行。

5.3.2 电力机车委外配件策略规划

在电力机车委外配件供应链中,协同管理是提升整体

效能、降低成本、增强市场响应速度的关键。通过深化供应链各参与方之间的合作与信息共享,协同管理有助于克服传统供应链的分割与低效,实现供应链整体最优。

①协同配送网络:优化物流路径,实现多供应商至主机厂的协同配送,减少运输成本与时间。

②库存协同管理:实施供应商管理库存(VMI)或联合库存管理(JMI),供应商根据主机厂实时需求调整库存,降低库存成本。

③逆向物流协同:建立退货、回收的协同机制,确保不良品快速处理,减少资源浪费。

④供应链金融:引入金融机构,为供应链上下游企业提供融资服务,如应收账款质押融资、订单融资,缓解资金压力。

5.3.3 委外配件供应链信息共享与协调

在电力机车委外配件供应链中,信息共享与协调是实现高效协同运作的基石。它涉及从需求预测、生产计划、库存管理到物流配送等各个环节的透明化与同步化,旨在通过消除信息孤岛,促进供应链各参与方的紧密合作,提升整体响应速度和运营效率。合理的利益分配与激励机制是维持供应链长期稳定合作的关键。通过公平的利益分配和有效的激励措施,激发各参与方的积极性,促进供应链整体优化。

5.4 应急响应策略

①多元化供应商策略:建立供应商多元化体系,确保关键配件有多家供应商备选,一旦主供应商出现问题,快速切换至备选供应商,保持供应链连续。

②库存缓冲策略:实施安全库存与缓冲库存策略,对关键配件保持一定量的安全储备,以及在地理位置分散存储,减少物流中断风险。

③技术与工艺替代:针对技术或质量风险,开发备用技术路线或替代工艺,确保在主方案受阻时,能迅速切换至备选方案继续生产。

6 结语

确保供应链的稳定性和高效运作是保障电力机车安全准时运行的关键。电力机车委外配件风险管理的核心在于多源策略应用及政策支持。未来,通过持续推进技术创新与国际合作,将极大提升供应链的稳定性和效率,保障电力机车行业的持续健康发展。

参考文献

- [1] 周荣超.数字供应链:应急管理能力提升的一种新思维[J].河南大学学报:社会科学版,2023,63(1):33-38.
- [2] 刘红涛,徐畅.基于供应链数字化运营的电力应急物资供应保障体系的应用研究[J].电力设备管理,2022(1):3.