

动车组配件供应链质量管理研究

辛悦新

中车青岛四方机车车辆股份有限公司 山东 青岛 266111

摘要：随着中国高铁事业的快速发展，动车组安全性与可靠性要求日益严苛，配件供应链质量管理成为核心环节。本文聚焦动车组配件供应链质量管理，阐述了全面质量管理、协同管理等理论，剖析供应链现存的供应商管理缺陷、过程控制断裂、信息传递低效及协同机制缺失等问题。针对问题提出分级分类的供应商管理体系、全流程质量闭环控制、数字化技术深度应用、协同质量管理机制及风险管控体系五大策略。研究为提升动车组配件供应链质量稳定性、保障行车安全提供系统性解决方案，对轨道交通装备制造业供应链管理具有参考价值。

关键词：动车组配件供应链；质量管理；问题；策略

引言：动车组配件供应链涵盖多级供应商，涉及数千种关键部件，质量管理面临多主体协同难、全流程管控复杂等挑战。当前供应链存在供应商准入标准不统一、信息壁垒显著、风险响应滞后等问题，制约着配件质量提升。本文基于供应链质量管理理论，结合行业实践，分析现存问题成因，探索针对性提升策略，为构建高效、安全的动车组配件供应链提供理论与实践支撑。

1 动车组配件供应链质量管理理论基础

动车组配件涵盖动力系统、制动系统、网络控制系统等关键部件及内饰、紧固件等通用件，其质量直接关系到行车安全与运行效率，具有高安全性、高可靠性、高定制化特征。供应链管理指围绕主机厂需求，对配件从原材料采购、生产制造到交付使用的全流程计划、组织与协调，强调多主体协同与流程优化。供应链质量管理则是在此基础上，通过建立质量目标、标准与机制，确保供应链各环节输出符合规定要求，是“全员、全过程、全要素”的系统性管理活动。

供应链质量管理理论为实践提供方法论指导。全面质量管理强调“以顾客为中心”和“持续改进”，要求将质量意识贯穿设计、生产、服务各环节，这与动车组配件“零缺陷”目标高度契合。供应商关系管理理论主张通过建立长期稳定的合作关系提升供应商质量能力，而非单纯的买卖交易，尤其适用于动车组配件供应链中主机厂与核心供应商的协同。协同质量管理理论则聚焦多主体信息共享与责任共担，解决供应链层级中“质量黑箱”问题，为跨企业质量管控提供思路。六西格玛管理的数据分析方法与PDCA循环的过程改进逻辑，为质量问题的精准识别与持续优化提供工具支撑^[1]。

2 动车组配件供应链质量管理现存问题及成因

2.1 供应商管理的结构性缺陷

在供应商准入环节，存在标准不统一、门槛设置不合理的问题，部分主机厂为降低成本，对二级及以下供应商的资质审查流于形式，导致低资质企业进入供应链。在动态评价方面，评价指标多聚焦于交付效率与价格，对质量稳定性、技术创新能力等核心要素权重不足，且评价结果与后续合作绑定不紧密，难以形成有效约束。中小供应商普遍存在质量能力薄弱问题，缺乏先进的检测设备与质量体系，却因成本优势占据一定市场份额，埋下质量隐患。成因在于供应链层级过多导致的管理幅度过大，主机厂难以兼顾所有层级供应商；短期成本导向的采购策略挤压了供应商质量投入的空间，而行业技术壁垒又限制了中小供应商的能力提升速度。

2.2 过程质量控制的环节性断裂

生产制造环节中，部分供应商存在工艺执行不严格、关键工序监控缺失的问题，导致配件尺寸偏差、性能波动等隐性缺陷。物流运输环节因包装不规范、装卸操作不当引发的配件损伤率较高，尤其对于精密电子配件影响显著。验收环节过度依赖抽样检测，难以覆盖全部质量风险，且抽检标准因人员经验差异存在执行偏差。成因主要是各环节责任划分模糊，缺乏全流程质量责任追溯机制；过程数据采集不完整，主机厂难以实时监控供应商生产状态，导致质量问题发现滞后。

2.3 质量信息传递与追溯的低效性

供应链各主体间存在严重的信息壁垒，主机厂难以获取供应商的生产过程数据，供应商也不愿公开质量缺陷信息，形成“信息孤岛”。质量追溯体系仅覆盖一级供应商，对二级及以下供应商的配件来源、工艺参数等信息记录不全，一旦发生质量问题，难以快速定位根源，追溯周期常超过72小时的应急响应要求。成因在于信息共享缺乏利益驱动，企业担心核心技术泄露；追溯

技术应用滞后, 条形码、二维码等传统手段难以满足复杂供应链的追溯需求, 而区块链等新技术的推广受限于行业标准不统一。

2.4 供应链协同质量管理机制的缺失

主机厂与供应商多处于“零和博弈”状态, 质量改进成本分摊、风险共担的机制尚未建立, 导致供应商缺乏主动提升质量的动力。跨企业质量问题协调依赖人工沟通, 缺乏标准化的协同流程, 遇到争议时往往相互推诿, 解决效率低下。行业层面缺乏统一的质量标准体系, 不同主机厂的技术规范存在差异, 迫使供应商重复适配, 间接增加了质量波动风险。成因源于供应链各主体的利益诉求差异, 主机厂追求市场份额, 供应商侧重短期利润, 难以形成长期战略共识; 行业协会的协调作用未充分发挥, 缺乏跨企业的质量协同平台与行业标准制定的强制力^[2]。

3 提升动车组配件供应链质量管理的策略

3.1 构建分级分类的供应商质量管理体系

供应商是供应链质量的源头, 需通过以下“准入-评价-提升”全链条管理强化质量基础。(1) 在准入环节, 实施分级分类标准: 针对核心配件(如牵引变流器、制动盘)的供应商, 设置“技术资质+质量体系+过往业绩”三重门槛, 要求必须通过IRIS(国际铁路行业标准)认证, 且近3年无重大质量事故; 通用配件供应商需满足ISO9001标准, 且关键工序能力达标。准入审核采用“第三方检测+现场审核”双轨制, 第三方机构负责材料性能、工艺参数等客观指标检测, 主机厂组建跨部门团队(技术、质量、采购)进行现场工艺合规性审核。(2) 在动态评价方面, 建立“质量维度占比超60%”的KPI体系, 核心指标包括: 批次合格率(权重30%)、质量问题响应速度(权重20%)、过程质量稳定性(CPK值, 权重15%)、质量改进成效(权重10%)。评价结果与订单配额直接挂钩: A级供应商获得30%以上的订单倾斜, B级供应商需限期整改, C级供应商暂停合作。每季度更新评价结果, 实现动态调整。(3) 针对中小供应商质量能力薄弱问题, 推行“主机厂赋能计划”: 组建技术专家团队, 提供免费的工艺优化指导; 开放企业内部质量培训课程, 每年为供应商培训不少于200人次; 联合第三方机构为供应商提供检测设备租赁服务, 降低其质量投入成本。

3.2 实施全流程质量控制闭环管理

以“设计-生产-物流-验收”全链条为核心, 建立标准化的质量控制流程, 消除环节性断裂, 具体如下:

(1) 设计阶段推行“联合质量评审”机制: 主机厂与供应商在设计初期共同组建评审小组, 依据UIC、EN等国

际标准, 对材料选型、结构强度、工艺可行性进行联合论证, 输出《设计质量风险清单》, 明确每个风险点的控制责任方。关键配件的设计方案需通过第三方机构的仿真测试(如有限元分析), 确保满足高速运行环境下的性能要求。(2) 生产过程控制采用“关键工序持证上岗+实时数据监控”模式: 对焊接、热处理等关键工序, 要求操作人员持行业认证证书上岗, 并每半年复核一次技能水平。在生产线上安装物联网传感器, 实时采集温度、压力、时间等工艺参数, 数据超标时自动报警, 主机厂可通过云平台实时查看供应商生产数据, 异常数据处置响应时间不超过2小时。每批次配件需附带《过程质量记录报告》, 包含30项以上的关键工艺参数。(3) 物流环节制定《配件包装与运输规范》: 根据配件特性(精密程度、易损性)划分包装等级, 精密电子配件采用防静电缓冲包装, 制动盘等重型配件使用定制工装固定, 包装外必须标注“向上”“轻放”等警示标识。运输过程启用GPS定位与温湿度监控, 异常情况自动推送至管理人员手机终端, 运输方需每4小时上传一次状态照片。(4) 验收环节实施“全检+专项检测”结合的方式: 对安全关键件(如轮对、受电弓)实行100%全检, 通用件采用GB2828标准进行抽样, AQL值严格控制在0.65以内。新增“专项检测”项目: 每批次配件随机抽取3件进行破坏性试验(如疲劳测试、冲击测试), 测试数据纳入供应商质量评价体系。验收不合格的配件, 需在24小时内启动返工或退货流程, 并追溯问题产生的工序环节^[3]。

3.3 推进数字化技术深度应用

以数字化打破信息壁垒, 提升质量追溯与管控效率, 解决信息传递低效问题, 具体措施如下:(1) 搭建跨企业质量信息共享平台: 平台架构包含供应商管理模块(准入、评价数据)、生产过程模块(实时工艺参数)、质量追溯模块(全生命周期记录)三大核心功能。采用“数据接口标准化+权限分级管理”模式, 主机厂可查看所有层级供应商的数据, 一级供应商可查看二级供应商数据, 确保信息透明的同时保护商业秘密。平台数据需满足国家《数据安全法》要求, 采用加密传输与容灾备份技术。(2) 质量追溯体系升级为“区块链全链路追溯”: 将配件的原材料来源、生产批次、检测数据、物流信息、安装记录等关键信息写入区块链, 每个配件赋予唯一的“质量身份证”(RFID芯片), 芯片信息不可篡改且可追溯至原材料供应商。追溯流程通过移动端APP实现, 扫码即可查看全生命周期数据, 追溯响应时间压缩至4小时以内。(3) 应用大数据分析进行质量

预测：基于5年以上的质量问题数据，建立“配件-故障类型-原因”关联模型，通过机器学习识别质量波动趋势。例如，当某供应商的轴承产品在特定温度区间出现3次以上异响时，系统自动发出预警，提示进行工艺参数调整。每月生成《质量预测报告》，为供应商提供针对性的改进建议。

3.4 建立供应链协同质量管理机制

通过以下利益绑定与流程标准化等策略，实现质量协同。（1）构建“质量成本共担与利益共享”协议：明确质量改进投入的分摊比例，每年设立“质量改进专项基金”，用于奖励通过六西格玛项目降低质量成本的合作团队。当因质量改进产生成本节约时，按比例在主机厂与供应商之间分配，激发协同动力。（2）建立“三级沟通机制”：日常沟通（微信群，24小时响应）、月度质量例会（视频会议，回顾问题整改情况）、季度协同评审会（现场召开，制定下一阶段质量目标）。针对跨企业质量问题，推行“问题解决8D报告”制度，明确问题描述、临时措施、根本原因、永久措施等8个环节的责任与时限，未按时完成整改的责任方需承担相应的经济处罚（按订单金额的5%/天计算）。（3）推动行业标准统一：由中国铁道学会牵头，组织主机厂、供应商、科研机构成立“动车组配件质量标准委员会”，参照国际标准，完成核心配件的行业标准制定，涵盖材料、工艺、检测方法等内容。

3.5 完善质量风险管控体系

通过以下风险识别、评估与应急响应，构建全链条的风险防控网。（1）

建立“动态风险库”：按“设计风险（如结构缺陷）、生产风险（如工艺偏差）、物流风险（如运输损坏）、外部风险（如原材料涨价导致偷工减料）”四大类，梳理出典型质量风险，每项风险标注发生概率、影

响程度及预警阈值。风险库每半年更新一次，纳入新出现的风险类型（如新材料应用带来的工艺风险）。（2）风险评估采用“FMEA+模糊层次分析法”：组建由主机厂、供应商、高校专家组成的评估团队，对风险库中的项目进行量化评分，计算风险优先级（RPN）， $RPN > 100$ 的风险项列为“重点管控对象”，制定专项防控方案。（3）应急响应实行“72小时闭环”机制：制定《质量突发事件应急预案》，明确一级（导致行车故障）、二级（影响行车安全但未故障）、三级（轻微质量缺陷）响应等级，对应启动不同的处置流程。一级响应由主机厂总经理牵头，6小时内完成原因分析，24小时内提出解决方案，72小时内完成整改验证。每年组织2次跨企业的应急演练，检验协同处置能力^[4]。

结束语：动车组配件供应链质量管理是保障高铁安全运营的关键基石。本文通过系统分析现存问题，提出的分级供应商管理、全流程闭环控制、数字化赋能等策略，形成了覆盖“准入-生产-追溯-协同-风险”的完整解决方案，具有较强的行业适配性。随着智能化技术的深入应用，需进一步优化跨企业协同机制，推动质量数据深度挖掘，实现从“被动管控”向“主动预防”的转型。研究成果可为轨道交通装备企业供应链质量升级提供借鉴，助力中国高铁产业链向更高质量发展。

参考文献

- [1]陈超.PJ公司动车组车辆配件采购风险管理研究[D].吉林:吉林大学,2022(03):11-12.
- [2]杨帆.动车组配件中心供应商管理库存的评价指标体系设计[J].铁路采购与物流,2023,18(7):46-49.
- [3]张千,乔龙生,张红.动车组检修配件供应现状及管理措施探讨[J].高铁速递,2020(7):29-30.
- [4]陈康.基于动车组检修的配件储备策略提升铁路企业经营管理质量[J].铁路采购与物流,2024,19(8):21-24.