

# 焦化铁路机车维修保养标准化研究

李耀鑫

山西焦化股份有限公司 山西 临汾 041606

**摘要：**焦化企业内部铁路运输系统是连接原料输入与产品输出的关键环节，其运行效率和安全性直接关系到整个生产流程的稳定性和经济效益。作为该系统的核心动力设备，铁路机车在高温、高粉尘、强腐蚀等恶劣工况下长期运行，极易发生故障，对维修保养工作提出了极高要求。当前，多数焦化企业仍采用经验式、非标准化的维修保养模式，存在作业流程混乱、技术标准缺失、资源配置低效、安全风险突出等问题，严重制约了设备可靠性和运输保障能力。本文以焦化铁路机车为研究对象，系统分析其运行环境特点与常见故障类型，深入剖析现行维修保养体系存在的主要问题，构建一套科学、系统、可操作的维修保养标准化体系。该体系涵盖组织管理、技术规程、作业流程、质量控制、信息化支撑等多个维度，并提出相应的实施路径与保障措施。

**关键词：**焦化企业；铁路机车；维修保养；标准化；可靠性；安全管理

## 引言

焦化行业是钢铁产业链重要上游，生产连续性强、物料吞吐量大。厂内铁路运输系统承担大宗物料转运，是保障生产与外运的生命线，铁路机车作为核心牵引动力，其运行状态关乎物流畅通。但焦化厂区环境恶劣，炼焦炉区高温，有腐蚀性气体，轨道周边有红焦散落与高温辐射，加上频繁启停、重载运行，机车关键部件加速老化、磨损和腐蚀。焦化企业机车年均故障停时远超干线铁路机车，部分企业达15%以上，严重影响生产。目前多数企业机车维修保养处于“事后维修”“经验维修”阶段，缺乏统一标准与规范流程，维修人员技能不一、备件管理混乱、质量难保证、隐患多。在此背景下，开展焦化铁路机车维修保养标准化研究，建立契合特殊工况的标准化体系，有迫切现实需求和深远战略意义。

## 1 焦化铁路机车运行环境与故障特征分析

### 1.1 典型运行环境特征

焦化厂区铁路机车运行环境具有以下显著特征：

- (1) 高温高湿：靠近焦炉、干熄焦装置区域，环境温度常年偏高，夏季尤为严重，影响机车冷却系统效率及电子元件寿命。
- (2) 高粉尘污染：煤炭装卸、焦炭筛分、转运过程中产生大量煤尘、焦粉，易堵塞空气滤清器、散热器，侵入电气触点、轴承等精密部件<sup>[1]</sup>。
- (3) 强化学腐蚀：焦化副产煤气中含有 $H_2S$ 、 $NH_3$ 、 $HCN$ 等酸性气体，遇水汽形成腐蚀性介质，对机车金属结构、线缆绝缘层、橡胶密封件造成严重侵蚀。
- (4) 机械冲击与振动：频繁调车作业、重载牵引、轨道条件相对较差（如道岔多、曲线半径小）导致机车承受较大机械应力。
- (5) 连续高强度运行：为匹配焦炉24小时连续生产，机

车往往实行“三班倒”甚至“四班三运转”，无充分停机保养时间。

### 1.2 常见故障类型与成因

基于对多家焦化企业机车故障数据的统计分析，主要故障类型及成因如下：

表1：常见故障类型与成因

故障大类	具体表现	主要成因
柴油机系统	启动困难、功率不足、冒黑烟、机油乳化、缸套穴蚀	空滤堵塞、燃油/机油污染、冷却不良、腐蚀性气体侵入、超负荷运行
传动与走行部	齿轮箱异响、离合器打滑、轮对擦伤、轴箱过热	润滑不良（油脂被粉尘污染）、轴承腐蚀、轨道冲击、维护不到位
制动系统	制动力不足、缓解不良、闸瓦异常磨损	制动管路腐蚀泄漏、阀件卡滞、闸瓦材质不适应焦粉环境
电气控制系统	接触器烧损、线路短路、传感器失灵、蓄电池亏电	粉尘导电短路、腐蚀性气体侵蚀接线端子、高温加速绝缘老化、充电管理不当
车体与辅助	车体锈蚀穿孔、门窗密封失效、空调/通风系统故障	长期暴露于腐蚀性大气、清洁保养缺失

上述故障不仅导致非计划停机，增加维修成本，更可能引发安全事故（如制动失效导致冲撞、电气短路引发火灾等）。

## 2 现行维修保养体系存在的主要问题

### 2.1 缺乏统一标准，作业随意性强

维修项目、周期、工艺、验收标准等多依赖老师傅个人经验，未形成书面化、制度化的标准文件。不同班组、不同人员执行差异大，维修质量不稳定。

### 2.2 维修策略落后，预防性不足

以“坏了再修”的事后维修为主，预防性维修（PM）和预测性维修（PdM）应用极少。未能根据机车实际运行状态和历史数据动态调整维修计划，导致“过度维修”或“维修不足”并存。

### 2.3 技术资料与备件管理混乱

机车技术图纸、说明书缺失或陈旧；备件库存结构不合理，常用易损件缺货，而呆滞件积压严重；缺乏有效的备件编码与追溯体系。

### 2.4 人员技能与安全意识薄弱

维修人员培训不足，对新型机车技术（如电控系统）掌握不够；安全操作规程执行不严，习惯性违章时有发生，存在人身伤害和设备损坏风险。

### 2.5 信息化程度低，数据利用不足

维修记录多为纸质台账，信息孤岛严重，无法进行故障趋势分析、维修成本核算和绩效评估，决策缺乏数据支撑。

## 3 焦化铁路机车维修保养标准化体系构建

### 3.1 组织管理标准化

必须首先从组织架构入手，建立权责清晰、运转高效的管理体系。企业应设立专职的机车维修管理部门，作为统筹协调的核心，明确其在标准制定、计划编制、资源调配、技术指导和质量监督等方面的职能。在此基础上，构建公司、部门、班组三级管理网络，形成自上而下的责任链条。公司层面负责确立维修保养的总体方针、投入必要资源并建立考核机制；部门层面具体负责维修计划的分解与实施、技术难题的攻关以及跨部门协作；班组层面则聚焦于标准作业的落地执行、现场数据的实时记录和问题的第一时间反馈<sup>[2]</sup>。尤为重要的是，应大力推行全员生产维护（TPM）理念，将日常的基础保养责任，如设备点检、清洁、润滑等，延伸至机车司机和乘务员，实现“操作者即第一维护人”，从而在源头上减少故障发生，形成全员参与、共同维护的良好氛围。

### 3.2 技术规程标准化

技术规程是标准化体系的核心骨架，必须紧密结合焦化环境的独特挑战。应编制一部权威的《焦化铁路机车维修保养技术规程》，作为所有维修活动的根本遵循。该规程应摒弃照搬干线铁路标准的做法，创新性地建立一套分级维修制度。根据焦化机车的实际运行强度和环境影响程度，科学设置日检、周检、月检、季检、年检乃至大修等不同等级，并明确规定每一级的检查或维修项目、执行周期（可灵活采用运行小时数或作业班次作为计量单位）以及各项技术参数的合格阈值。针对

柴油机、传动、制动、电气等关键系统，还需配套编写详尽的专项维修指南，不仅包含常规的拆装、检测、调整步骤，更要特别强调在焦化环境下必须采取的防腐、防尘、防高温等特殊措施，例如推荐使用耐腐蚀性更强的密封材料、指定专用的焦粉清洗剂等。此外，安全作业规范必须独立成章，对涉及高温、高压、带电等高风险作业，严格规定审批流程、必备的个人防护装备以及详细的应急处置预案，确保人身与设备双重安全。

### 3.3 作业流程标准化

有了技术规程，还需将其转化为可执行、可复制的作业流程。应对每一项具体的维修保养任务，如更换机油、校验制动缸、检测电气绝缘等，制定图文并茂的标准作业程序（SOP）。这些SOP应完整覆盖作业前的准备（工具、备件、安全措施）、作业中的实施步骤、作业后的清理收尾以及最终的功能验证四个阶段，确保每一位维修人员都能“做正确的事，并且把事情做正确”。在流程设计中，应全面推行“五定”原则，即定点（明确检查或操作的具体位置）、定法（规定采用目视、测量还是仪器检测等方法）、定标（设定清晰的合格与不合格判定标准）、定期（确定科学合理的执行频率）和定人（指定具体的责任人），通过这五个维度的锁定，最大限度地消除作业过程中的不确定性<sup>[3]</sup>。同时，广泛采用可视化管理手段，在维修车间和作业现场设置醒目的看板，将关键流程、安全警示、质量标准直观地展示出来，既方便员工随时对照，也便于管理人员进行现场监督，营造一个透明、规范的作业环境。

### 3.4 质量控制与验收标准化

维修质量是标准化成效的最终体现，必须建立闭环的质量控制与验收机制。应确立自检、互检、专检相结合的三级验收制度。作业完成后，操作者首先进行自我检查，确认无误后提交；同班组成员进行交叉互检，从另一个视角发现问题；最后由专职质检员或技术主管进行最终的专业验收，确保完全符合技术规程要求。对于那些直接关系到行车安全和核心性能的关键维修工序，如制动系统的调试、柴油机核心部件的装配等，必须设立“停工待检”（H点）控制环节，未经质检人员现场确认签字，严禁进入下一道工序，以此守住质量底线。此外，还应建立完善的质量追溯机制，通过唯一的维修工单编号、作业人员代码、所用备件的批次号等信息，将每一次维修活动的所有要素关联起来，一旦后续出现问题，能够迅速回溯到具体的作业环节、责任人和所用物料，为质量改进和责任界定提供坚实依据。

### 3.5 信息化支撑标准化

应建设一套专用的机车维修管理信息系统(MRMS),作为整个标准化体系的数字中枢。该系统应集成机车全生命周期档案、智能维修计划排程、电子化工单流转、动态备件库存管理、结构化故障知识库、标准化作业指导书库以及多维度的统计分析报表等核心功能模块。通过为现场维修人员配备移动终端,可以实现扫码调取作业指导、实时录入检测数据、拍照上传故障证据、电子签名确认完工等操作,极大地提升了数据采集的实时性、准确性和完整性<sup>[4]</sup>。更重要的是,系统应具备强大的数据分析能力,能够基于积累的历史数据,自动进行故障模式与影响分析(FMEA),计算关键指标如平均故障间隔时间(MTBF)和平均修复时间(MTTR),从而为动态优化维修策略、精准预测备件需求、科学评估维修绩效提供数据驱动的决策支持,真正实现从“经验驱动”向“数据驱动”的管理升级。

#### 4 标准化体系实施路径与保障措施

##### 4.1 分阶段实施路径

标准化体系的落地是一个系统工程,必须采取循序渐进、稳扎稳打的实施策略。初期阶段(1-3个月)应聚焦于全面的现状诊断,摸清家底,识别痛点,并在此基础上完成标准化体系的整体框架设计,优先编制出最核心、最紧迫的标准文件初稿,如分级维修制度和安工作业规范。中期阶段(4-6个月)进入试点验证期,选择1-2台具有代表性的机车作为试点对象,严格按照新标准进行维修保养,同步开展全员分层次的宣贯与技能培训,并完成维修管理信息系统的选型、定制开发或部署。通过试点运行,检验标准的适用性和可操作性,收集一线反馈,及时进行修订完善。最后,在总结试点经验的基础上,于后期阶段(7-12个月)进行全面推广,将标准化要求覆盖到所有机车和所有维修活动,并将其正式纳入企业的ISO/TS等综合管理体系之中,实现常态化、制度化运行。

##### 4.2 关键保障措施

首先,企业高层领导必须给予高度重视,将维修保养标准化工作提升到战略高度,并在人力、财力、物力上予以充分保障,这是项目得以顺利推进的前提。其次,必须强化人才队伍建设,通过系统化、常态化的培训,不仅要让员工“知道”标准是什么,更要让他们

“理解”为什么这么做,并“掌握”如何做,切实提升其标准化作业的意识 and 能力。第三,建立科学的考核与激励机制至关重要,应将标准化执行的规范性、维修质量的稳定性、设备运行的可靠性等指标纳入相关部门和个人的绩效考核体系,并设立专项奖励,表彰先进,激发全员参与的积极性。第四,必须建立一个持续改进的长效机制,定期组织由技术专家、一线骨干和管理人员共同参与的标准评审会议,鼓励员工提出改进建议,确保标准体系能够与时俱进,不断适应技术进步和管理提升的新要求。最后,要注重企业文化的培育,通过宣传、示范、引导等多种方式,在企业内部营造一种“标准即习惯、执行即素养”的文化氛围,使遵守标准成为每一位员工的自觉行动,而非外部强加的负担。

#### 5 结语

本文针对焦化铁路机车维修保养中存在的突出问题,系统构建了一套涵盖组织、技术、作业、质量、信息五个维度的标准化体系。该体系紧密结合焦化特殊情况,强调预防为主、全员参与、数据驱动和持续改进,具有较强的针对性、系统性和可操作性。推行该标准化体系能有效提升机车可靠性、保障安全生产、降低运维成本,为企业创造显著经济与社会效益。未来研究可进一步深化以下方向:一是推动智能化融合,将物联网(IoT)、人工智能(AI)技术深度融入标准化体系,实现故障智能诊断与维修策略自优化;二是探索绿色维修标准,研究废旧零部件再制造、环保清洗剂应用等绿色维修技术标准;三是推动标准国际化,助力中国焦化铁路机车维修保养标准服务“一带一路”沿线国家的项目建设。

#### 参考文献

- [1]王合力,吕健,郁小勇,等.焦化厂电机车制动系统及电气控制研究[J].机械管理开发,2024,39(06):240-241+244.
- [2]豆天新.浅谈焦化设备维修与管理[J].中国金属通报,2020,(02):182+184.
- [3]柏瑾.山西焦化集团发展战略研究[D].兰州理工大学,2023.
- [4]王鹏,张志勇,毛巍潇.石油焦化装置四大车联锁中可编程序控制器的设计与应用[J].现代工业经济和信息化,2024,14(07):138-140.