



概述篇

GAISHUPIAN





概 述

由于社会发展对能源的迫切需求，我国煤运总量从 2007 年的 15.4 亿吨增加到 2017 年的 21.6 亿吨。为了提高运输能力，实现主要货运通道 5 000 吨以上的重载运输，要求大量机车必须长期在“快速、重载”工况下持续运行，2007 年我国开始采用以 HXD1、HXD2、HXD3 为主的大功率电力机车替代传统的直流传动电力机车。

相比传统韶山系列直流传动机车，大功率电力机车在速度、承载、总功率、单轴功率、牵引电机等方面均产生了变革性的差异，传统机务段检修模式无法适应大功率电力机车的检修需求。由于大功率电力机车数量大、检修工艺复杂、检修质量要求高，因此，在我国大功率电力机车检修基地内完成 10 000 台电力机车的各零部件、针对不同状态的高质量检修是一项庞大且复杂的工程，国内外没有类似的经验可供借鉴。

针对以上技术空白，本书主要对以下三大技术难题展开研究：大规模（12 万千米）大批量（10 000 台）机车成网运营条件下路网检修体系构建；快速重载持续运行条件下转向架的安全保障和监测技术；高效节能的机车检修、试验技术。

一、大功率电力机车运用检修体系的构建

从大功率电力机车的特点及检修需求出发，提出了适应大功率电力机车检修的规范标准，建设了三个大功率机车检修基地，研发了智能、高效检修的关键技术和装备，从而构建了大功率电力机车运用检修体系。

（1）确定检修制度。

构建大功率电力机车运用检修体系首先要确定检修制度。针对我国机车检修任务量大、检修要求高的运用特点，首次提出了“集中修、互换修、状态修、均衡修”的机车检修模式。针对大功率电力机车全寿命周期检修项点、要求及检修基地工艺需求，提出了大功率电力机车 C1~C6 六级检修制度。

（2）完成路网基地布局。

按照常规机务段检修模式，全国 10 000 台的机车总量需新建或大规模改造至少 50 余处机务段。此方式工程量大、占地多、效率低，无法满足快速增长的机车检修需求。因此，经过对全路网系统研究，提出集中设置 6 处电力机车检修基地的解决思路，以实现高效、集约、节能、可持续发展的目标，与传统机务段模式相比，机车检修基地占地少、投资省，单位占地面积检修能力提高 2.5 倍。

（3）提出基地总图布局。

通过综合运用检修能力计算仿真、流水节拍仿真、检修工艺流程三维仿真模拟手段，提出直线、L型等机车流水修总体布局方案。完成配套检修技术及装备研发，解决了在基地内完成机车轮对检测探伤、安全预警、转向架检修流水线、整车试验等多个技术难题，与传统机车检修作业模式相比较，检修能力提高了5倍以上。

（4）建设高效集约的基地。

从项目规划、设计到建成了武汉、广州、上海三个高效、集约的大功率电力机车检修基地，保障了大功率电力机车的成网安全可靠运营。

二、转向架的安全保障和监测技术

（1）检修基地转向架高效流水修。

通过三维仿真模拟手段建立转向架检修库 BIM 信息模型，对大功率电力机车转向架检修的总体工艺布置方案进行了全面模拟，并通过对工艺流程顺序、流水线节拍、台位能力检算等方面进行系统分析，提出兼容3型9种大功率电力机车的转向架组装流水线、轮对及构架检修流水线等十余条检修流水线工艺方案，各流水线之间既相互独立，又通过智能物流柔性连接，构成高效的转向架流水修布局。采用AGV智能化运输技术，将物料准确、及时地配送到转向架检修库的各个工位，并对采集海量数据进行分析处理，实现对其实时智能化的控制。同时研发了大数据云分析技术，实现检车进行全生命周期追溯，实现机车合理运用、科学检修。

（2）检修基地转向架全寿命监测技术。

针对机车转向架受力最为复杂、工作条件最为恶劣、易于损坏的特点，研发转向架的全寿命监测技术，重点对转向架轮对状态进行监测、分析、预警，为高精度轮对提供了有力保障，实现了对轮对全寿命周期监测，保证了机车的运营安全；研发了光截图像测量技术，实现了车轮外形轮廓及轮缘高度、踏面磨耗等参数非接触动态检测，以及机车轮对日常动态监测；基于超声波阵列探伤技术，实现了轮辋周向、轮缘顶点至根部径向缺陷覆盖扫查，在线自动完成探伤，以及定期在线检测；基于疲劳裂纹扩展理论，实现了对轮对的轮辋、辐板及过渡区缺陷进行定期检测，完成定期落轮检测。

三、高效节能的机车检修、试验技术

（1）针对大功率电力机车车型多、检修效率高的特点，为满足规模化、集中修的需求，首次在全路机务系统中提出了采用固定架车技术替代传统移动架车技术的工艺设计方案，并研发了固定式架车机装备。

（2）针对机车C4修后需要正线试运对运营造成干扰及引起安全隐患的问题，研发了自适应轴距调整和基于电能互馈的电功率封闭节能等技术，实现了以消耗原能耗40%左右的电能即可完成大功率机车整车满负荷牵引、制动试验，在基地内就可完成试验的整车动态试验，

取代正线试运营。

(3) 针对铁路机车大部件难以清洗干净、清洗效率低，从而增大检修停时、影响机车检修效率的问题，针对不同大部件研发了相应的清洗装备，大大提高了清洗效率，保证清洗质量，适应我国“专业化、标准化”的机车检修要求。

基于以上系列研究成果，我国成功建成了武汉、广州、上海大功率机车检修基地等工程，不仅构建了和谐型大功率电力机车全修程检修功能的重要生产力布局和“百年不落后”的大功率机车运用检修体系，而且集中体现了世界领先的交直交电力机车技术特点、“高度集约化、现代化、高效化、信息化全新维修体系”和“高标准、高质量、高效率、现代化”的设计理念。

通过坚持系统集成、系统优化，重视节能和环保，精心策划、控制投资，首创了多项新技术、新工艺、新设备，在规模能力、工艺流程、检修效率、工艺装备配置、技术水平、工程与投资规模等方面均处于国际先进水平，为我国大功率机车检修基地设计积累了成功经验，形成了检修基地技术体系成果，使我国在大功率电力机车运用检修技术领域处于国际先进水平，具有广阔的产业化及推广应用前景。

