

## 4 员工适应性行为的心理机制剖析

### 4.1 认知评价机制

员工如何评价 AI 带来的变化，取决于其认知评估。核心因素在于“控制感”与“可预测性”。

第一，控制感：当管理者感到自己仍能通过设定目标、调整参数和干预关键决策来影响价值流的最终结果时，他们更可能将 AI 视为强大的辅助。反之，若感到完全被系统流程裹挟，则会产生无力感和抵触。

第二，可预测性：在零售业，如果 AI 的需求预测或营销内容生成逻辑是透明且可解释的（例如，能清晰看到是哪些因素影响了预测结果），员工就能更好地理解预测系统的行为，减轻认知负担。若 AI 像一个“黑箱”一样输出难以理解的结论，则会引发困惑、不信任，并阻碍适应性行为。

### 4.2 情绪调节机制

技术转型会引发复杂的情绪反应。适度的焦虑可以促进管理者更积极地学习新技能，但过度的焦虑可能导致其抵制信息共享、固守旧有流程，甚至对倡导使用 AI 的下属进行打压。另一方面，当员工或管理者利用 AI 成功解决了一个棘手的库存问题或策划了一次极其成功的营销活动时，所产生的成就感与兴奋感是强大的积极情绪资源。这种积极体验能拓宽他们的认知视野，鼓励其进行更多创新尝试，并增强面对未来挑战的心理韧性。

### 4.3 自我效能感与领导力身份重构

对于管理者而言，适应过程的核心是其自我效能感的重新定位。他们需要将自己效能感的来源，从“我因经验和职位而正确决策”，转变为“我因善于激发团队、整合人机资源而创造卓越绩效”。这实质上是一次领导力身份的重构。心理资源（如心理弹性、开放性与成长型思维）丰富的管理者，能将其视为一次关键的职业进化，积极探索并内化“赋能型领导者”的新身份。而缺乏这些资源的管理者，则可能陷入对过往权威的怀念与防御，成为组织转型的阻力。

## 5 基于心理机制的组织管理优化建议

### 5.1 强化 AI 系统的业务透明性与可解释性

组织应致力于让 AI “说人话、讲业务”。在部署 AI 工具时，不能只提供操作界面，必须配套解释系统：清晰地说明影响其决策的关键业务变量（如“本次预测主要考虑了新品上市、季节性指数和竞争对手促销三个因素”）。开展以业务场景为单元的培训，如“AI 在价值流分析中的应用工作坊”，让员工和管理者在解决实际业务问题的过程中理解 AI 的逻辑与价值，从而提升控制感与接受度。

### 5.2 构建聚焦业务赋能的学习与发展体系

组织需要建立一个支持持续学习和角色转型的环境。首先，针对管理者开设“AI 时代的零售领导力”项目，重点培训如何设定人机协作的规则、如何管理由人和 AI 共同组成的“混合团队”，以及如何利用 AI 数据洞察进行 coaching（教练式辅导）和驱动持续改进。其次，针对全体员工建立“数字技能赋能中心”，提供从数据素养到 AI 提示工程的系列课程。鼓励形成“AI 实践社群”，让优秀的区域经理分享如何利用 AI 工具提升本区域价值流效率的成功案例，促进最佳实践的传播。

### 5.3 实施针对性的心理支持与领导力澄清

组织必须正视转型期的心理波动。首先，建立反馈渠道。通过定期匿名调研和焦点小组访谈，持续监测员工尤其是管理者的心理状态，识别出焦虑和抵触的高发区。其次，提供专业支持。为面临巨大转型压力的管理者提供外部高管教练或心理咨询资源，帮助他们处理身份转变过程中的困惑与压力。再者，明确未来方向。企业高层需要清晰地沟通，在智能化时代，公司最看重的人类能力是什么（如战略思维、同理心、复杂问题解决和道德判断），并为管理者描绘出清晰的、新的职业发展路径，给予他们转型的希望与方向感。

## 6 结语

对消费品与零售行业而言，人机协作的深化是一场围绕“价值流再造”的全面变革。员工的适应性行为，尤其是管理者的领导力转型，是决定这场变革成败的关键。本文从心理机制出发，系统解析了员工在适应过程中的行为逻辑与内心挑战。未来，企业竞争力的核心将不仅在于拥有先进的 AI 技术，更在于能否培养出一批善于驾驭技术、赋能团队、并在智能价值流中重新定位人类独特价值的领导者与员工队伍。这将是构建未来智能零售组织的基石。

### 参考文献

- [1] 李晓曼, 陈丽. 人机交互对工作创新行为的影响机制研究——来自智慧电厂的证据[J]. 外国经济与管理, 2024, 46(10):105-120.
- [2] 王袁欣, 刘德寰. 混合技能与人机协作:人工智能社会职业风险前瞻及人才培养路径转型[J]. 中国出版, 2023(20):29-34.
- [3] 李姿颖, 朱晓妹, 郭娟. AI应用场景下人机协同程度对员工工作重塑的影响:心理赋能的中介作用[J]. 中国人事科学, 2023(9).
- [4] 石世英, 赵方方, 彭新新, 等. 人机协作对项目团队绩效的影响研究:有调节的中介效应模型[J]. 土木工程与管理学报, 2024, 41(3):80-86.
- [5] 程建华, 武星. 人工智能对提升工作满意度影响研究[J]. 价格理论与实践, 2023(12):203-208.

# Design of Data Collection and Transmission Scheme for Railway Freight Measurement Equipment Based on Internet of Things Technology

Xiping Song<sup>1</sup> Guosheng Qiu<sup>1</sup> Zhiguo Zhang<sup>1</sup> Jinggang He<sup>1</sup> Xiaomei Chen<sup>2</sup>

1. China Railway Lanzhou Bureau Group Co., Ltd., Lanzhou, Gansu, 730000, China

2. China Railway Science and Technology Development Co., Ltd., Beijing, 100081, China

## Abstract

With the continuous expansion of railway freight and the deep integration of intelligent technologies, the application and optimization of Internet of Things (IoT) technology in railway freight measurement equipment has become a key approach to improving measurement accuracy and transport efficiency. This paper focuses on the design of a data acquisition and transmission scheme based on directional IoT technology for railway freight measurement equipment, establishing a system architecture that integrates perception, communication, and application layers. Through the development of dedicated IoT modules, the system realizes real-time acquisition, encryption, and reporting of operational data from measurement devices, ensuring secure and reliable data transmission. The scheme adopts SSHFS/NFS network mounting methods and AES-256-GCM encryption algorithms, combined with 5G communication technology, to construct a stable and efficient data transmission channel. The research results show that this solution effectively enhances the data processing capacity and automation level of railway freight measurement systems, providing technical support for the informatization and intelligent development of railway operations.

## Keywords

railway freight measurement equipment; Internet of Things technology; data acquisition; encrypted transmission; system design

# 铁路货运计量设备基于物联网技术的数据采集与传输方案设计

宋席平<sup>1</sup> 邱国胜<sup>1</sup> 张志国<sup>1</sup> 何靖刚<sup>1</sup> 陈笑梅<sup>2</sup>

1. 中国铁路兰州局集团有限公司, 中国·甘肃 兰州 730000

2. 中铁科学技术开发有限公司, 中国·北京 100081

## 摘要

随着铁路货运规模的持续扩大与智能化技术的深入应用,物联网技术在铁路货运计量设备中的集成与优化成为提升计量精度和运输效率的重要方向。本文围绕定向物联网技术在铁路货运计量设备中的数据采集与传输方案设计展开研究,构建了以感知层、通信层与应用层协同运行的系统架构。通过设计专用物联网模块,实现对计量设备运行状态与数据的实时采集、加密与上报,确保数据传输的安全性和可靠性。方案采用SSHFS/NFS网络挂载方式和AES-256-GCM加密算法,并结合5G通信技术构建稳定高效的数据传输通道。研究结果表明,该方案能够有效提升铁路货运计量系统的数据处理能力和自动化水平,为铁路信息化与智能化建设提供技术支撑。

## 关键词

铁路货运计量设备;物联网技术;数据采集;加密传输;系统设计

## 1 引言

铁路货运计量设备是保障铁路运输安全与经济运行的重要基础设施,其计量数据直接关系到货物核算、运输调度

与安全管理。传统计量系统在数据采集、传输与管理过程中仍存在人工依赖强、实时性不足、安全性较弱等问题。随着物联网技术的快速发展,利用传感器、无线通信和加密算法实现铁路货运计量设备的数据智能采集与安全传输成为行业发展趋势。定向物联网技术通过优化数据传输路径和协议,实现多源设备间的高效通信与精准控制。本文从系统架构、模块设计、加密传输与网络融合等方面提出一套可行的铁路货运计量设备物联网化方案,旨在构建一个安全、可靠、自动化的铁路货运计量数据采集与传输系统,为铁路信息化

【作者简介】宋席平(1982-),男,中国甘肃兰州人,硕士,高级工程师,从事人工智能驱动下的铁路智能运输与装备技术研究。

与智慧运输体系提供技术支撑和工程参考。

## 2 铁路货运计量设备的物联网系统架构

### 2.1 系统总体架构与功能设计

铁路货运计量设备的物联网系统总体架构由感知层、通信层和应用层构成，三层协同实现数据的实时采集、传输与处理。感知层通过在计量设备上部署多种传感器、微控制器（MCU）和数据采集模块，对货运车辆的装载质量、轴重、运行状态等进行监测。通信层采用定向物联网技术，实现数据在现场设备与铁路办公网之间的高效、安全传输，支持 NB-IoT、LoRa 和 5G 等多制式通信。应用层通过计量管理平台实现远程监控、数据可视化与分析。系统整体以 RWB3588 嵌入式平台为核心处理单元，具备文件共享挂载、加密传输与自动上报功能，可通过 SSHFS 或 NFS 协议与主机实现文件系统级通信。该体系结构具有跨平台、无驱动、高兼容的特性，支持多主机并行接入及数据自动化上报，为铁路货运计量智能化提供基础支撑。

### 2.2 数据采集层与通信层集成方案

数据采集层以智能传感器和专用采集模块为核心，结合 RK3588 系统级芯片的多核处理能力和丰富外设接口，实现高精度数据采集与多源融合。通信层设计采用定向物联网传输方案，通过 SSHFS/NFS 挂载模式实现主机 A 与设备 B 之间的网络文件系统互联。设备 B（RWB3588）搭载麒麟 Linux 系统，内置文件监测与加密程序，利用 inotify 机制检测文件变化并触发 AES-256-GCM 加密与 SFTP 传输流程。数据通过 5G 模块以 TCP 协议上传至云端服务器 S，服务器具备 AES 解密、校验与存储能力。系统采用虚拟专用网络（VPN）保障跨网数据传输安全，并通过多线程加密与断点续传机制提升传输效率。集成方案实现了数据从采集到传输的全链条自动化，具有高带宽、低延迟、强安全的技术优势。

## 3 定向物联网技术在计量设备中的应用设计

### 3.1 通信技术选型与适用性分析

在铁路货运环境中，通信技术必须兼顾覆盖范围、抗干扰能力、传输速率与能耗控制。定向物联网系统采用多技术融合模式，核心通信方式包括 NB-IoT、LoRa 和 5G。其中，NB-IoT 在低功耗和远距离传输上具优势，适合小数据量、长周期的设备状态监控；LoRa 技术在复杂地形环境下具备良好的抗干扰性，适用于偏远货场的数据回传；而 5G 技术凭借 10Gbps 以上的理论速率和 1ms 级低延迟能力，可满足实时计量数据传输与远程监控需求。系统通过动态链路选择机制，根据现场网络条件智能切换通信通道，确保数据上报稳定性。此外，系统采用 TCP 传输协议以保证数据的完整、有序和可靠传递。通过多层协议的协同优化，通信体系在安全性、时效性与稳定性方面均优于传统无线计量系统。

### 3.2 专用物联网模块的硬件与软件设计

专用物联网模块基于 RK3588 平台设计，集成高性能

CPU、5G 通信芯片、加密协处理器与多接口适配电路。硬件部分包括数据采集单元、通信单元、电源管理与抗干扰模块，支持多传感器输入及工业级防护标准（防尘、防水、防震）。软件部分采用嵌入式 Linux 系统，模块化设计实现数据采集、加密、传输与远程控制功能。数据接口层支持 CoAP、MQTT、TCP/IP 等协议，确保与铁路办公网系统无缝对接。内置程序利用 inotify 机制监控文件变化，检测新生成数据文件后立即执行 AES 加密，并通过 SFTP 协议安全上传至服务器。系统支持自动重传、断点续传及异常恢复功能，显著提升数据传输的可靠性和效率。模块整体功耗控制在 5W 以内，适应铁路现场复杂运行环境，实现了嵌入式智能与工业稳定性的平衡。

## 4 铁路货运计量数据传输与网络融合方案

### 4.1 网络挂载与协议转换机制

铁路货运计量系统的数据传输采用网络文件系统挂载方式，实现主机 A 与设备 B 之间的高效互联。设备 B（RWB3588）搭载麒麟 Linux 系统，提供 SSHFS 或 NFS 共享目录服务，主机 A 通过以太网或 USB 网络接口（RNDIS/ECM 模式）将该共享目录挂载为本地磁盘 Z 盘。主机 A 在生成计量数据后直接写入该目录，设备 B 通过 inotify 机制实时检测文件变化，判断文件写入完成后，自动启动 AES-256-GCM 加密与 SFTP 上传流程。该机制在保持文件操作直观性的同时，消除了传统 USB 存储设备识别不稳定、驱动兼容性差等问题。为兼容不同系统平台，系统支持 CoAP、MQTT、TCP/IP 等协议的自动转换，利用 VPN 隧道与双向证书认证实现跨网数据安全穿越。此方案使数据交互具备跨平台、无驱动、加密安全、自动化的技术特征，大幅提升铁路货运计量数据传输的智能化水平。

### 4.2 VPN 与防火墙安全通道设计

为确保铁路计量数据在物联网网络与铁路办公网之间传输的安全性，系统构建基于 VPN（Virtual Private Network）的加密通信隧道。设备 B 通过 5G 模块与远程服务器 S 建立 VPN 连接，所有数据包在传输前均进行 AES-256-GCM 端到端加密，并通过 TLS 协议进行双重认证。VPN 隧道采用动态密钥协商机制，防止数据中间人攻击与非法拦截。系统同时配置多层防火墙策略，对入站与出站数据包进行过滤与访问控制，确保仅授权主机可接入铁路办公网。入侵检测与防御系统（IDS/IPS）实时监控流量异常，并通过日志审计功能追踪潜在威胁。通过 VPN、AES 加密、防火墙与 IDS 的联合防护，整个传输通道实现了保密性、完整性与抗攻击性兼备的安全体系，为铁路货运计量系统提供了国家级信息安全防线。

### 4.3 铁路办公网数据交互与管理模式

铁路办公网作为计量数据的接入与管理平台，负责实现对物联网设备的统一接入、数据调度与集中管理。服务器