

LKJ 临时数据无线换装系统研究

尹亮, 闫龙, 张坤

国能新朔铁路有限责任公司机务分公司, 内蒙古 鄂尔多斯 010300

摘要 : LKJ 临时数据是 LKJ 控制功能实现的基础, 是 LKJ 保证行车安全, 实施减速控制、改变行车方式、提示有关操作的重要技术数据, 因此 LKJ 临时数据的编制、核对、换装等各个环节要求必须严谨。本文针对 LKJ 临时数据换装作业现状, 分析实现 LKJ 临时数据无线换装系统的必要性和可行性。介绍了 LKJ 临时数据分类, 说明了 LKJ 临时数据换装的原因, 总结了目前 LKJ 临时数据换装作业现状及存在的问题, 梳理了 LKJ 临时数据换装作业流程, 定义了 LKJ 临时数据无线换装作业关键点, 根据作业关键点, 对各业务相关部门作业进行梳理定义, 研究了 LKJ 临时数据无线换装时的安全机制及系统卡控要求^[1], 研究了 LKJ 临时数据换装场景和无线换装系统运用后带来的安全效益的提升, 为后续全路扩大运用提供参考。

关键词 : LKJ; 车载临时数据; 无线换装; 安全效益; 安全机制

Research on the Application of LKJ Temporary Data Wireless Relocation System

Yin Liang, Yan Long, Zhang Kun

China Energy Xinshuo Railway Co., Ltd. Locomotive Branch, Ordos, Inner Mongolia 010300

Abstract : LKJ temporary data is the foundation for implementing LKJ control functions, and is an important technical data for LKJ to ensure driving safety, implement deceleration control, change driving mode, and prompt relevant operations. Therefore, the preparation, verification, and replacement of LKJ temporary data must be rigorous in all aspects. This article analyzes the necessity and feasibility of implementing a wireless LKJ temporary data replacement system based on the current situation of LKJ temporary data replacement operations. Introduced the classification of LKJ temporary data, explained the reasons for LKJ temporary data replacement, summarized the current situation and existing problems of LKJ temporary data replacement operations, sorted out the process of LKJ temporary data replacement operations, defined the key points of LKJ temporary data wireless replacement operations, sorted and defined the operations of various business related departments based on the key points, and studied the security mechanism and system card control requirements during LKJ temporary data wireless replacement, Studied the improvement of safety benefits brought by LKJ temporary data replacement scenarios and wireless replacement systems, providing reference for the subsequent expansion of the entire road.

Keywords : LKJ; temporary data; wireless replacement; safety benefits; security mechanism

列车运行监控装置（简称 LKJ）采用车载数据模式，LKJ 临时数据是 LKJ 限速、行车变化、路况提示等控制功能实现的基础^[2]，LKJ 临时数据是监控列车安全运行的前提和保障。是 LKJ 保证行车安全，实施减速控制、改变行车方式、提示有关操作的重要技术数据^[3]。当前 LKJ 临时数据换装作业方式是由乘务员值乘时通过 IC 卡手工刷入 LKJ 主机，现有人工作业方式在机车在途运用过程中，经常出现 LKJ 临时数据不能及时上车的问题，只能通过乘务员手工操作达到控制要求，给实际行车过程带来严重的安全隐患。

随着移动通信技术的发展与广泛应用，其安全可靠、传输速率得到大幅提升，同时 LMD 系统在铁路电务领域全面推广应用，为全新数据换装方式的实现提供了成熟稳定的技术基础。系统通过利用即有公用移动通信网络，在既有车载 LKJ 系统基础上，研制相应的地面系统及车载设备，在确保车载数据安全、可靠的前提下，通过无线方式将 LKJ 临时数据上载至机车，可很好解决既有临时数据上车作业方式存在的问题，提高车载临时数据变更效率，管控风险。进一步提升 LKJ 临时数据信息化运维管理水平。系统的运用和实施符合当前铁路“提质增效”的实际需求^[4]。

作者简介：尹亮（1983.04-），男，汉族，陕西安康市人，本科，工程师，研究方向：铁路机车。

张坤（1989.01-），男，汉族，河南周口人，本科，工程师，研究方向：软件工程。

一、LKJ 临时数据简介

(一) LKJ 临时数据定义

指依据相关机务段提前下达的运行揭示调度命令，编辑形成 IC 卡数据文件载入 LKJ 设备，对列车运行实施减速控制、改变行车方式、提示有关操作的各类临时性数据。LKJ 临时数据文件由机车司机负责载入 LKJ 设备。LKJ 临时数据是 LKJ 数据体系的重要组成部分，在防止列车通过施工地段超速等安全关键控制上，起着至关重要的作用^[5]。

(二) LKJ 临时数据项

LKJ 临时数据文件数据项包括：数据类型、时间类型、工况线路、命令号、行别、起始里程、终止里程、车站编码、股道号、开始日期、开始时间、结束日期、结束时间、客货、客车限速、货车限速。

(三) LKJ 临时数据分类

LKJ 临时数据分为三大类：限速控制类、行车变化控制类、路况提示类。具体如下表所示：

表 1 临时数据分类表

序号	临时数据类别	临时数据文件类型
1	限速控制类	临时限速
2	限速控制类	股道限速
3	限速控制类	乘降所
4	行车变化控制类	停基改电
5	行车变化控制类	绿色许可证
6	行车变化控制类	特定引导
7	路况提示类	防汛提示

二、LKJ 临时数据换装原因

(一) 限速变化

1. 由于线路施工或改造对施工区域线路里程范围要求列车限速运行，机务根据收到的调度命令编制新的临时限速数据。
2. 由于车站股道施工或改造要求列车限速运行，机务根据收到的调度命令编制新的股道限速数据。
3. 根据需要列车需在指定区间位置停车供乘客乘降，机务根据收到的调度命令编制新“乘降所”类临时数据。

(二) 行车变化

1. 调度命令中指定车站（线路所）停用基本闭塞改用电话闭塞法行车，机务根据收到的调度命令编制新的“停基改电”类临时数据。
2. 调度命令中指定车站（线路所）发车进路、出站信号机停用，使用绿色许可证、调度命令、半自动闭塞发车进路通知书等作为行车凭证，机务根据收到的调度命令编制新的“绿色许可证”类临时数据文件。
3. 调度命令中指定以不超过 60km/h 进站的特定引导接车，机务根据收到的调度命令编制新的“特定引导”类临时数据文件。

(三) 路况提示类

调度命令中指定纳入提示的防汛地点，机务根据收到的调度命令编制新的“防汛提示”类临时数据文件。

三、LKJ 临时数据换装现状及问题

目前通常情况下调度命令到达时机务运管值班员根据调度命令编制生成 LKJ 临时数据，再由乘务员出勤时写入 IC 卡，值乘时通过 IC 卡刷入 LKJ 主机，完成 LKJ 临时数据换装，起到列车运行安全卡控目的。

在机车实际运用过程中，经常出现 LKJ 车载临时数据需及时上传至车载的问题，因机车在途运行，此时乘务员通过 IC 卡将临时数据带上机车方式无法实现，只能通过其它方式如电话告知再由乘务员手工操作达到控制要求，给行车安全带来安全隐患^[6]。

施工点首趟、次趟临时限速目前由行车调度通知司机口头确认，无法机控实现，形成一定安全隐患。

通过分析不难发现当前手工作业方式无论从作业效率还是卡控效果上都很难达到预期效果，并且也不满足安全卡控要求。由人为控制列车限速存在较大安全风险，迫切需要探索新的作业方式解决当前手工作业存在的问题和隐患。

四、业务关键点

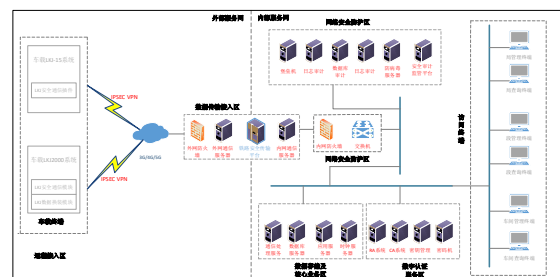
通过对 LKJ 临时数据当前整个作业流程分析梳理，将 LKJ 临时数据换装业务定义为以下几个业务关键点，在 LKJ 临时数据无线换装系统中按照临时数据换装实际作业流程实现相关业务功能^[7]，包括临时数据文件编制、文件上传至服务器、上载至机车、文件更新、结果确认和监测等全部作业流程。

1. 机务运管值班员根据调度命令，通过写卡软件编制生成待上车临时数据文件。
2. 机务运管值班员将已编制完成的临时数据文件上传至 LKJ 车载临时数据无线换装系统。
3. 机务运管值班员根据机车、车次信息选择特定机车完成临时数据文件上载，将临时数据文件上传到 LKJ 车载设备。
4. 乘务员根据 LKJ 车载显示器提示完成 LKJ 临时数据更新和确认工作。
5. 机务运管值班员通过系统确认临时数据上传和更新结果。

五、LKJ 临时数据无线换装

(一) 系统总体架构

LKJ 临时数据无线换装系统由车载子系统、无线通信网络、地面子系统 3 部分构成，系统总体架构示意图如下所示。



> 图 1 无线换装系统总体架构

1. 车载系统

a. LKJ2000: 在LKJ2000装置基础上扩展LKJ数据换装装置, 利用无线网络与地面进行通信, 通过串行接口与LKJ2000装置进行通信, 实现LKJ临时数据的解密、校验和数据加载。

b. LKJ-15: LKJ-15扩展单元中已配置LKJ安全通信插件, 利用无线网络与地面进行通信, 通过以太网与LKJ-15主机进行通信, 实现LKJ临时数据的解密、校验和数据加载。

2. 无线网络

利用移动公网(4G/5G), 车地间通过建立专用的IPSec VPN加密通道, 实现系统车-地间的双向数据加密传输^[8]。

3. 地面系统

从逻辑功能上可分为数据传输接入区、网络安全防护区、数据存储及核心业务区、证书服务区和访问终端。

a. 数据传输接入区: 利用无线网络与车载建立国密IPSec VPN加密通道进行通信; 通过铁路计算机网络安全平台与铁路综合信息网进行数据交互, 实现数据内外网穿透。

b. 网络安全防护区: 实现对系统网络边界防护、访问控制、入侵检测、身份认证、安全监管、运维审计、日志审计、病毒防护等安全防护, 以达到国家信息安全等级保护基本要求。

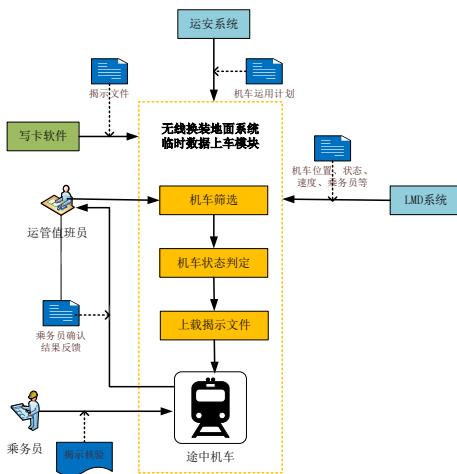
c. 数字认证服务区: 实现证书的申请、签发、管理等功能。为系统操作人员、接入机车等进行身份认证和鉴权提供服务和支撑。

d. 数据存储及核心业务区: 为系统核心业务提供平台和所需服务功能。包含数据库服务器、应用服务器、内网通信处理服务器、时钟服务器等。

e. 访问终端: 实现对LKJ临时数据换装计划的管理、对临时数据换装过程的控制、对临时数据换装结果查询统计监测、整个换装过程的闭环卡控^[9]。

(二) 临时数据无线换装流程

LKJ临时数据无线换装系统根据LKJ临时数据换装作业流程和业务关键点将临时数据换装划分为临时数据文件编制、临时数据文件上传、临时数据文件上车3部分, 具体见图2。



> 图2 临时数据无线换装流程

(三) 临时数据文件编制

目前临时数据是一条条记录没有文件概念, 无线换装系统需要对编制的临时数据按照LKJ协议要求进行了整理形成了LKJ可

读的文件, LKJ临时数据文件编制有两种方案, 一是采用临时数据编制软件手工逐条编制, 与当前临时数据编制没有区别, 只需最终保存成无线换装系统可读的文件格式即可。LKJ临时数据编制软件(单机版)提供保存按钮。二是直接读取IC卡中临时数据, 将已正常写入临时数据的IC卡连接电脑, 通过LKJ临时数据编制软件读取IC卡中临时数据文件并保存成无线换装系统可认的文件格式即可, 具体见图3。



> 图3 LKJ临时数据编制软件

(四) 临时数据无线换装场景

1. 库内作业

针对机车在库内的情况, 原本由乘务员在值乘时通过IC卡刷入LKJ主机, 系统运用后换装作业人员可以通过临时数据换装作业控制终端根据车号或车次提前将临时数据更新至LKJ主机, 省去了乘务员写卡和更新LKJ主机过程。

2. 在途作业

在途作业最能体现无线换装系统优势也是目前临时数据换装最大的痛点, 系统很好的解决了此类情况。一般对于首趟、次趟需要临时限速的情况, 因为无法确认具体车号, LKJ临时数据无线换装系统运用前就需要将全部可能车号都刷入临时限速文件, 系统运用后可以借助运安系统、LMD系统^[10]及无线换装系统自身辅助预判首趟和次趟途径施工限速点机车, 在施工点前方站点完成临时限速数据更新至LKJ监控主机达到机控的目的, 原本对于紧急情况下的临时数据无法及时上车的, 只能通过乘务员人为控制的情况, 现在也可以通过LKJ临时数据无线换装系统完成。

六、LKJ临时数据起控条件研究

传统作业方式由乘务员值乘时通过IC卡手工将临时数据刷入LKJ主机, 该场景下临时数据均是提前刷入LKJ主机, 待临时数据达到起控条件时起控。LKJ临时数据无线换装系统运用后临时数据上车可以发生在机车运行的任何场景下, 所以需要研究对LKJ临时数据起控条件进行研究。考虑到当前实际业务场景, 主要是在地面换装控制值班人员根据实际需要在掌握机车具体位置、速度等情况下在作业点前方站主动发起的作业指令, 且该指令是必须要执行的, 所以车载端目前只进行倒计时提醒, 待临时数据文件更新完成乘务员确认后直接起控。实际作业过程中一般车地会通话确认。

七、系统安全机制

(一) 换装提示机制

当有新的临时数据文件达到时, 车载LKJ显示器(DMI)会

显示倒计时提示框，在临时数据更新前提醒乘务员，避免临时数据更新完成后直接起控时司机操作不及时引起的排风等问题。提示内容包含对本次临时数据换装作业地面发起人姓名、部门、电话、倒计时剩余时间等，乘务员可以等倒计时结束也可以手动结束倒计时进入临时数据更新流程。

(二) 换装确认机制

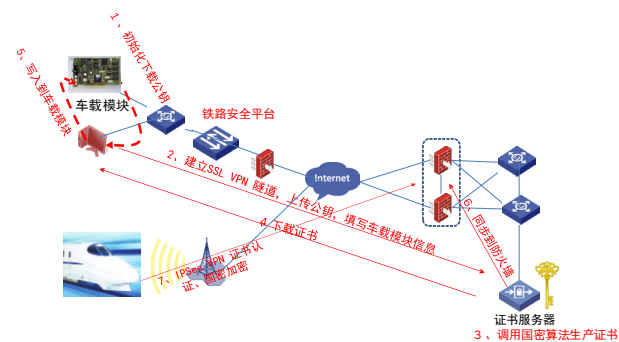
在车载端临时数据文件更新完成后，乘务员点击显示器（DMI）弹出窗体中“确认”按钮后，显示器弹出已更新临时数据文件内容，供乘务员查看和确认。乘务员确认信息状态实时回传地面，地面换装控制人员能够实时掌握临时数据文件上传、更新结果。

(三) 文件校验机制

系统在临时数据文件上传至系统时后台对文件完成 CRC32 及校验和等安全性校验，确保上传文件的正确性。在车地数据交互过程中每包数据和整体数据传输完成后对整个文件都要完成 CRC48 校验确保数据传输过程中的完整性。

(四) 通道加密机制

车载 LKJ 系统与地面系统采用 CA 数字证书进行双向身份认证，按照证书（机型、车号、AB 节、设备 ID）+ 车号方式实现一车一证绑定关系，依托 CA 证书系统在车地间建立国密 IPsec VPN 加密传输通道，实现接入网络设备身份校验和预警，有效识别并及时阻断非法终端接入网络。



> 图4 车地 IPsec VPN 通道建立示意图

(五) 身份鉴权机制

系统有严格的身份鉴权防护措施，通过 IP 白名单策略只允许通过在系统中已授权的 IP 登录系统，通过 UKEY 证书 + 用户绑定 + 人脸指纹双因子识别认证措施进一步对系统关键操作进行安全防护。另系统有严格的安全管控策略，可根据登录用户的权限分配相应业务菜单。

八、系统安全效益分析

通过应用“LKJ 临时数据无线换装系统”，能够在办公网络实现对 LKJ 临时数据换装各项作业流程管理、日常工作过程全程可追溯，让管理由“人控”变为“机控”。使 LKJ 临时数据换装的动态进度和设备情况以“现场直播”的方式展现在管理者面前，给管理者提供了一个“可视化”的阵地指挥平台。解决临时调度命令发布时机车已出库，无法通过 IC 卡更新 LKJ 临时数据文件时由司机人为控制限速存在的安全风险。解决临时限速首趟、次趟无法机控问题。有利于提高铁路行车安全保障和管理能力，提高管理效率，提升应急指挥处理能力^[11]。

九、结束语

系统依靠信息化技术、网络安全技术、无线通信技术，安全、可靠、稳定的完成 LKJ 临时数据无线换装业务功能，LKJ 临时数据无线换装系统的运用，构建了高效、安全的 LKJ 临时数据换装作业新模式，解决了 LKJ 临时数据无法及时上车由乘务员人工控制限速从存在安全隐患的难题，同时通过试验总结运用管理经验，建立适应全路 LKJ 临时数据无线换装管理新模式。提升 LKJ 信息化运维管理水平，符合铁路当前“提质增效”倡议的需要^[12]。

参考文献

[1] 姜永富. 车载把握规律 化解风险 着力提升铁路通信本质安全水平 [J]. 铁道通信信号, 2023, 59(4): 1-6.
 [2] 陈庆华, 何镭强, 牛勤, 李志民. LKJ 车载数据无线换装功能实现 [J]. 铁道通信信号, 2020, 56(12): 6.
 [3] 夏云浩. 机务 LKJ 临时数据作业管理系统设计与实现 [J]. 上海铁道科技, 2017(1): 51-53.
 [4] 钱磊. LKJ 数据换装管理信息系统探讨 [J]. 成铁科技, 2010(1): 38-39.
 [5] 叶永华. 关于 LKJ 车载基础数据换装方案的探讨 [J]. 铁道通信信号工程技术, 2016, 13(4): 98-100.
 [6] 王奇. LKJ2000 型列车运行监控记录装置的可靠性与安全性设计 [J]. 机车电传动, 2001(5): 26-29.
 [7] 马裕厚, 高宇. 车载 LKJ 数据换装闭环管理的实现和经验探讨 [J]. 铁道通信信号, 2014, 50(4): 54-55.
 [8] 董丽秀. 车载 LKJ 数据换装闭环管理的实现和经验探讨 [J]. 内蒙古科技与经济, 2013, 50(18): 84-84.
 [9] 周燕, 金佳林. 车载 LKJ 数据换装闭环管理的实现和应用技术探讨 [J]. 铁道通信信号, 2011, 47(2): 17-19.
 [10] 唐国平. LAIS 列车运行状态信息系统 [J]. 机车电传动, 2007(4): 11-13.
 [11] 周志辉. 基于 LAIS 的 LKJ 数据版本管理系统设计 [J]. 铁路计算机应用, 2011, 20(9): 5-6.
 [12] 迟学力. LKJ 车载基础数据换装方案探讨 [J]. 中国铁路, 2015(10): 26-27.