

文章编号：1005-8451（2017）07-0055-06

# 基于物联网技术的动车组一体化运用检修作业 管理系统的研究

詹珂昕<sup>1</sup>, 杨春辉<sup>1</sup>, 王霄<sup>2</sup>, 韩旭<sup>1</sup>

(1.中国铁道科学研究院 电子计算技术研究所, 北京 100081;

2.中车国际有限公司, 北京 100029)

**摘要：**通过对动车组一体化作业管理流程的分析及现场作业过程中存在的管理问题, 提出了建设以物联网为技术基础的动车组一体化检修作业管理信息系统, 利用RFID、传感器、移动互联和图像信息采集识别等物联网技术, 实现对动车组检修作业过程数据的实时共享, 提高动车组一体化检修作业管理效率和现场安全作业保障。

**关键词：**动车运用所; 一体化作业; 物联网

**中图分类号：**U266.2 : TP39 **文献标识码：**A

## Integrated operation and maintenance management system for EMU based on Internet of Things technology

ZHAN Kexin<sup>1</sup>, YANG Chunhui<sup>1</sup>, WANG Xiao<sup>2</sup>, HAN Xu<sup>1</sup>

(1. Institute of Computing Technologies, China Academy of Railway Sciences, Beijing 100081, China;

2. CRRC International Corp. Ltd., Beijing 100029, China )

**Abstract:** This article analyzed the integrated operation management process of EMU and the management problems existing in the on-site operation flow, proposed the integrated operation and maintenance management system for EMU based on Internet of Things (IOT) technology. It was implemented the real-time data sharing of operation and maintenance of EMU by using RFID, sensors, mobile Interne, image information acquisition, identification and other technologies, improved the efficiency of the integrated operation and maintenance management of the EMU, ensured the on-site safety operation.

**Keywords:** EMU depot; integrated operation; Internet of Things (IOT)

近年来, 我国高速铁路呈现快速发展的态势, 截止2016年底, 全路动车组保有量已超过2500组, 动车组总走行已超过50亿km, 已建成的动车组运用所超过50个, 动车运用所日均检修量超过1000组, 动车组运用检修作业流程复杂, 已不仅是日常的例行巡检和简单故障部件维修、更换, 同时还包括各类提高车辆性能的改造升级任务。动车组的运用检修作业需要车辆、机务、电务、保洁等多部门共同协作完成, 所以科学合理规范的动车组检修作业一体化管理是确保动车组安全运营、高效率使用的重要保障。

物联网 (Internet of Things) 是在互联网基础上

扩展的一种可将用户端延伸到物品之间, 通过射频识别 (RFID)、图像信息采集、移动互联设备、激光扫描器等信息传感设备, 按约定的协议, 实现信息实时交换的网络技术。将物联网技术应用于动车组一体化检修作业管理, 有助于实现动车组检修作业实时信息采集和监控的能力, 优化作业计划编排和作业任务执行的效率, 为现场安全生产提供信息化技术保障。

## 1 现状分析

### 1.1 动车组一体化检修作业流程

动车组检修一体化作业是指, 根据铁路总公司、铁路局的相关规定, 由动车运用所负责组织车辆、机务、电务、通信、车站、客运、保洁、工厂售后等多部门, 对动车组进行一、二级检修、临修、加装

收稿日期: 2017-03-10

基金项目: 中国铁道科学研究院基金项目 (2016YJ102)。

作者简介: 詹珂昕, 助理研究员; 杨春辉, 研究实习员。

改造、三电检测、车体内外保洁、集便卸污、车辆上水和客运整备等作业任务，按照“一体化”原则，各协同作业部门服从运用所统一调度，科学制定作业计划并严格执行，合理安排作业人员分工，提高作业效率，确保检修质量，保障现场安全生产。

动车组一体化运用检修作业按作业内容可分为以下3类：

#### (1) 例行一、二级检修作业

包括接车入库进行踏面、受电弓检测，司机室、车内设备有电检查作业、车顶、车体下部无电检查作业、滤网清洁、车体保洁和出库联检作业以及作业记录回填等工序。

#### (2) 临修及故障处理

当动车组车载设备、检修设备、动车所牵引供电设备等发生故障需单位检查处理时，动车所负责协调并参与开展辅助性维修工作。

#### (3) 加装改造

由厂家售后服务站技术人员在动车所内对动车组检修、车载设备进行软件升级或设备改造时，需由动车所负责协调作业计划安排、车组转线调动和接触网供断电等配合作业方面的支持。

### 1.2 管理问题分析

#### 1.2.1 作业人员责任管理不到位

动车组一体化检修作业涉及多部门、多工种、多方位协同作业，在作业过程中，时常会出现因作业人员任务信息不明确，作业人员不按管理要求办理作业手续，动车组钥匙、检修工具、物料配件等领用交接缺乏有效监管等影响一体化检修作业效率的管理问题。

#### 1.2.2 作业信息响应力度不足

在一体化检修作业过程中，动车所内作业人员和管理人员对检修作业计划、股道占用状态、车组及3层平台供断电情况、故障发现及处理情况、检修作业进度等多类型实时数据，缺乏有效的采集与共享发平台，对检修作业效率产生了滞后影响。

#### 1.2.3 作业单据管理不规范

作业人员不能及时回填检修作业记录、故障发现及处理情况、关键配件的更换信息，纸质单据的回填完整性较差，对历史作业信息的记录不全面。

#### 1.2.4 一体化作业情况缺乏信息化统计分析

传统的作业管理方式无法对人员作业时长、各工序作业进度情况等一体化作业的过程信息进行详细记录，导致后期无法实现对一体化作业情况的统计分析，不利于动车所管理人员对检修作业质量、作业效率的优化提高。

### 2 动车组一体化检修作业管理系统架构与实现

#### 2.1 建设目标

系统以物联网技术为基础，通过信息化技术与自动化检修作业设备相结合的方式，实现对动车组检修作业过程数据的实时交互与共享，实现对动车组一体化检修作业的信息化管理。

系统采用RFID与超高频电子标签感应技术，实现对动车组一级检修作业进度的实时定位追踪管控；采用二维码扫描识别方式，实现对动车组二级检修项目的作业实绩管控。

系统采用人脸识别技术，实现对动车运用所检修作业人员的唯一性认证管理，杜绝检修作业过程中存在的人为违规操作问题，提高对现场安全检修作业的保障力度。

系统为现场作业人员提供移动式检修作业手持终端，实现作业过程数据的实时获取及更新，提高动车组故障信息、作业电子化单据的回填质量，方便作业人员实时获取作业任务及相关技术支持信息。

系统与动车组钥匙智能管理系统实时交互数据，实现对动车组钥匙领用、交接、归还信息的实时共享，降低动车组检修作业管理成本，提高现场一体化作业管理效率。

#### 2.2 逻辑架构

动车组一体化作业管理系统，采用一种基于标准和松散耦合的面向服务的物联网3层DCM架构，如图1所示。利用RFID、二维码扫描、移动通信、图像信息识别等技术实时采集过程信息，通过具有动态性、适应性和开放性的网络层接口平台实现共享信息的实时交互，面向用户多元化需求，支持对决策数据展示平台的定制性开发。

#### 2.3 网络架构

通过动车运用所内局域网接入动车组管理信息

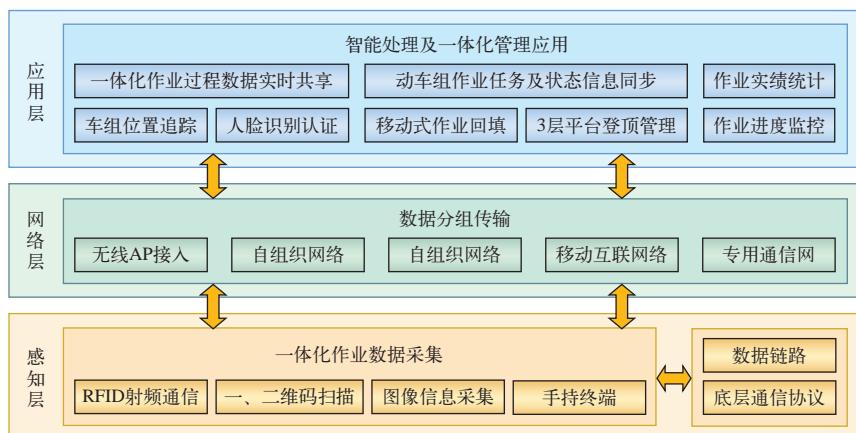


图 1 系统逻辑架构

系统、检修工位终端系统、检修手持终端系统、动车组智能钥匙管理系统，实现多元一体化作业过程数据的实时交互通应。系统网络架构如图 2 所示。

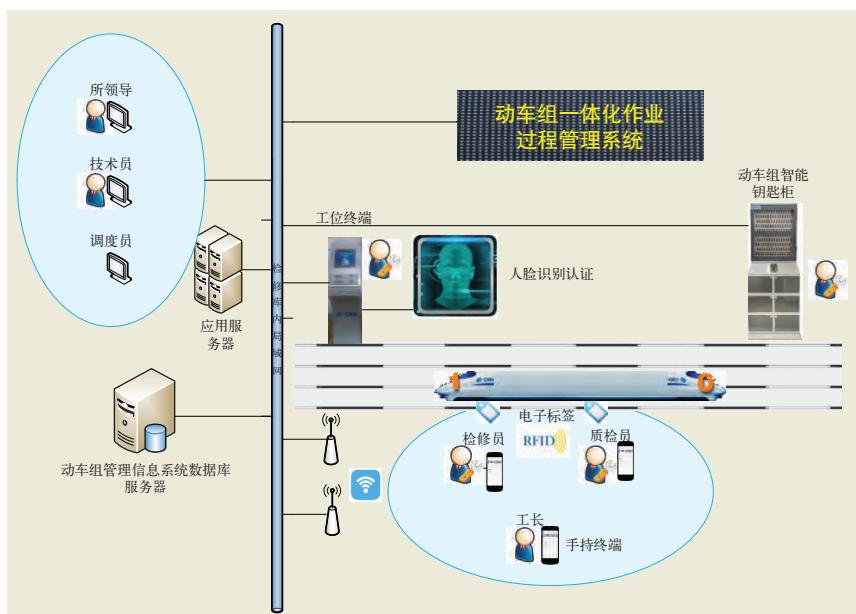


图 2 系统网络架构

## 2.4 系统业务流程分析

动车组一体化作业管理系统中按作业工序可分为：入库作业、无电 / 有电作业，作业单据回填和出库作业 4 个部分，具体流程如图 3 所示。

## 2.5 系统接口

动车组一体化作业管理系统作为动车组管理信息系统的子系统之一，同其他子系统存在业务数据接口需求，实现数据高度共享和交互。

### 2.5.1 运检计划管理子系统接口

运检计划管理子系统提供实时动车组开行及检

修作业计划、动车组调车计划、动车组走行公里、动车组检修周期预警信息、检修作业项目及部件履历等信息。

### 2.5.2 作业派工及用户管理子系统

作业派工及用户管理子系统提供动车所内作业班组组织结构信息、作业人员身份认证信息和人员实时作业任务信息。

### 2.5.3 动车组钥匙智能管理系统

动车组钥匙智能管理系统提供检修作业动车组钥匙的领用、交接及归还信息。

### 2.5.4 3层平台登顶管理子系统

3 层平台登顶管理子系统，提供动车运用所内各检修股道 3 层平台供断电、作业人员登顶记录信息。

### 2.5.5 作业过程控制系统

作业过程控制系统按检修作业类型，通过对 RFID 定位电子标签的数据分析，提供实时动车组检修作业进度信息。

## 3 关键技术应用

### 3.1 RFID技术

无线射频识别（RFID，Radio Frequency Identification）技术，由阅读器，电子标签及应用软件系统 3 部份组成，可通过无线电信号识别特定目标并读写相关数据，无需识别系统与特定目标之间建立机械或光学接触。RFID 电子标签分为有源和无源两种，具有灵活性强、抗干扰性强、定位速度快、识别距离远、成本低等特性。

### 3.2 人脸识别技术

人脸识别技术是基于几何特征、局部特征分析和神经网络等算法，实现对人的面部特征信息的采集、检测、分析和认证的生物识别技术。运用摄像机或网络摄像头采集人面部特征的图像或视频流信息，并自动进行整合数据运算分析，进而对检测到的人进行身份信息认证、人脸定位跟踪、记忆信息匹配等，

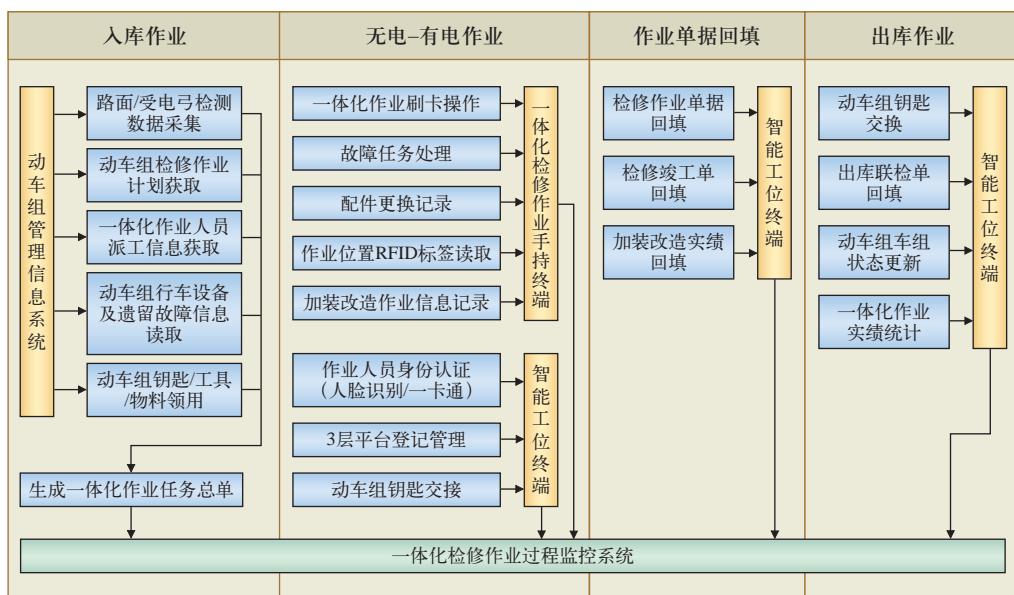


图3 系统业务流程

达到识别不同人身份的目的。

### 3.3 移动便携式作业终端

基于Android系统的手持终端与服务端数据交互采用HTTP数据通信协议，采用HttpClient向服务端action请求数据，调用Web Service接口从服务端（远程数据库）获取数据信息，手持终端数据存储选择嵌入式数据库管理系统SQLite，数据的传输格式采用Json键值对类型。

## 4 系统功能模块

动车组一体化检修作业管理系统以动车组管理信息系统(EMIS)为依托，建立一体化作业任务总单、一体化作业过程监控、一体化加装改造管理、手持终端辅助作业管理、动车组钥匙管理、3层平台登顶管理、人员身份认证和一体化作业实绩统计8个主要功能模块，如图4所示。

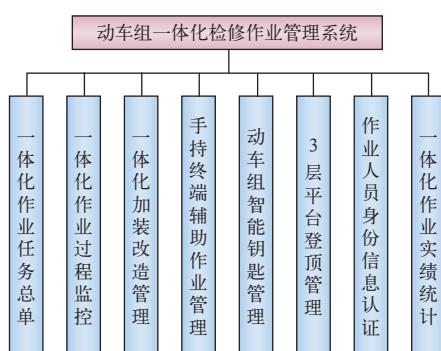


图4 系统功能模块

### 4.1 动车组一体化作业任务管理单

动车所作业人员根据运检作业计划，在动车组入库作业前，通过EMIS系统接口获取车组作业任务明细（例行检修任务、加装改造任务）、一体化作业人员派工信息、历史遗留及行车设备故障、踏面及受电弓检测数据等一体化作业数据，并生成一体化作业任务管理单，由管理人员明确各单位任务，做到统一调度、高效管理。

### 4.2 一体化作业过程动态监控

在动车所检修库和调度中心建立库内动车组动态监控系统，通过数据接口实时获取动车组当前运行状态、检修库内各股道列位动车组占用情况、动车组入所作业计划、当前车组作业内容明细及作业进度信息和车组及3层平台供断电状态。一体化作业过程动态监控界面如图5所示。

2015年11月17日 17:22:33 星期二 成都东运用所一体化检修作业管理系统									
检修 月-日 1-列位	作业任务及派工信息	01车	02车	03车	04车	05车	06车	07车	08车
	受电弓检测-张三、李四、王五	已完成	已完成	已开始	未开始	未开始	未开始	未开始	未开始
齿轮箱换油	张三、李四、王五	已完成	已完成	已完成	已完成	已完成	已完成	已开始	未开始
三板检查	张三、李四、王五	未开始							
滤网清洁	张三、李四、王五	已完成							
吸污作业	张三、李四、王五	已完成	已完成	已完成	已开始	已完成	已完成	已开始	未开始
主机厂	加装改造任务	已完成	已完成	已完成	已开始	已完成	已完成	已开始	未开始

电子计算技术研究所&成都动车段联合研制

图5 一体化作业过程动态监控功能界面

### 4.3 加装改造任务管理

各铁路局根据铁路总公司统一发布的加装改造项目，结合本局配属情况，安排对应到实际车组的加装改造任务，对相关加装改造任务信息进行维护管理，对主机厂或本局提交的加装改造任务完成进度信息进行审核确认管理。

提供运用所级动车组加装改造任务全周期管理功能，涵盖加装改造任务的申请、审核、任务计划

派工下发、协同配合作业、任务完成销记和任务统计查询功能。加装改造任务管理界面如图 6 所示。



图 6 加装改造任务管理界面

#### 4.4 手持终端辅助作业管理

采用基于 Android 操作系统的检修作业手持终端，支持作业人员实时完成故障信息录入、物料更换件信息查询、故障检修回填、故障质检确认等标准化故障处理流程，实现对故障任务的严格闭环管理。

支持作业人员实时、多途径完成一、二级检修作业单据的回填处理，并提供多种严谨、便捷的自动回填模式，落实管理理念，确保检修作业任务高质量、高效率完成。

#### 4.5 动车组钥匙智能管理

智能钥匙管理结合智能钥匙柜，可以方便、快捷、准确地管理动车组钥匙。能够快捷定位钥匙柜中的钥匙位置，方便钥匙寻找；根据设定领用条件，实现系统自动判断领借钥匙权限；减少调度工作强度；自动记录领借钥匙情况，方便追踪使用情况，其架构如图 7 所示。

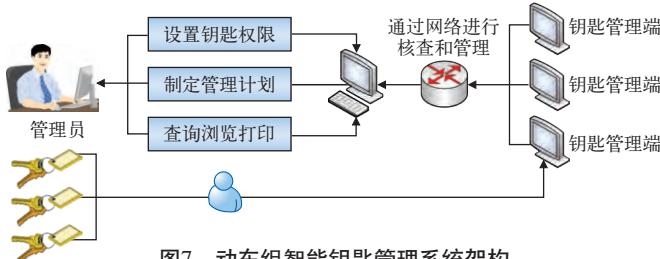


图 7 动车组智能钥匙管理系统架构

#### 4.6 3层平台登顶管理

3 层作业平台登顶管理以动车组管理信息系统为基础，可以对动车所检修库内各股道 3 层平台供断电信息进行实时记录，对登顶卡领用、归还认证登记管理，可以方便、快捷的查询登顶卡的使用情况，辅助供断电决策，减少安全问题的发生概率。3 层平

台登顶管理功能界面如图 8 所示。



图 8 3层平台登顶管理功能界面

#### 4.7 作业人员身份信息认证管理

在动车所人员管理系统中采用人脸识别技术，完善对人员的认证管理，在一体化作业管理系统中实现对作业人员的身份信息、操作权限实时性、唯一性管控，杜绝人为违规作业情况的发生，提高对作业实绩精确到人的数据采集力度，为作业实绩统计分析提供有力的数据支持。人脸识别注册功能界面如图 9 所示。

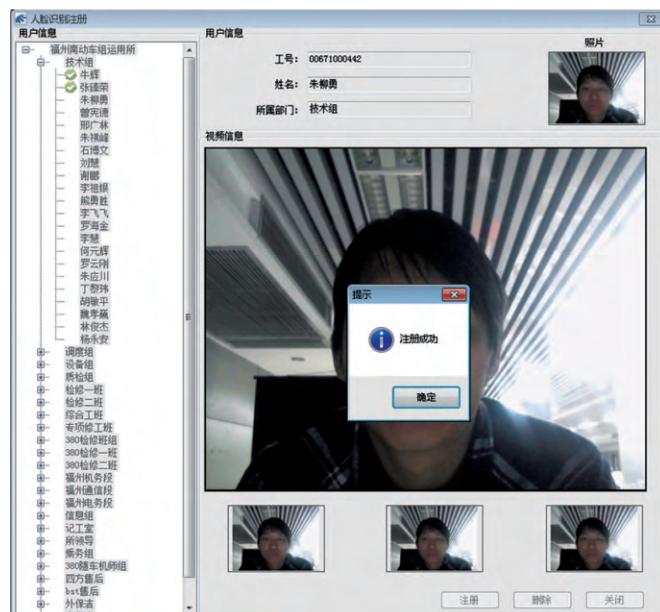


图 9 人脸识别注册功能界面

#### 4.8 一体化作业实绩统计分析

通过动车组一体化作业管理信息系统实时采集作业

表1 一体化作业实绩统计表

日计划	车组	作业包	检修班组	关键作业项目	作业人员	辆序	检修状态	质检状态	作业时间	作业时长	合计
2016-09-01 白班	CRH2A-2225	A包	检修一班	受电弓检查	张三	02	完成	质检合格	08:01:10 - 08:10:12	9 min 2 s	18 min4 s
						07	故障	质检合格	08:01:10 - 08:10:12	9 min 2 s	
				牵引电机检查	李四	01	完成	未质检	08:01:10 - 08:10:12	9 min 2 s	18 min4 s
						05	故障	质检合格	08:01:10 - 08:10:12	9 min 2 s	
						07	完成	质检合格	08:01:10 - 08:10:12	9 min 2 s	
		B包	检修二班	司机室检查	王五	01	完成	质检合格	08:01:10 - 08:10:12	9 min 2 s	18 min4 s
						00	完成	质检合格	08:01:10 - 08:10:12	9 min 2 s	
				厨房检查	马六	05	完成	质检合格	08:01:10 - 08:10:12	9 min 2 s	18 min4 s
						01	完成	质检合格	08:01:10 - 08:10:12	9 min 2 s	
				拖车轮对检查	小明	03	完成	质检合格	08:01:10 - 08:10:12	9 min 2 s	18 min4 s
						07	完成	质检合格	08:01:10 - 08:10:12	9 min 2 s	
						01	完成	质检合格	08:01:10 - 08:10:12	9 min 2 s	
2016-09-01 夜班	CRH2A-2336	C包	专项修班	齿轮箱检查	小强						18 min4 s

过程进度及人员实绩信息，实现以检修班组、作业车组等多维度的作业实绩统计功能，为动车所的管理人员提供有效的生产管理决策数据支持。一体化作业实绩统计表如表1所示。

## 5 应用实现

目前，该系统已在成都动车段成都东动车运用所上线实施。该运用所配属CRH2A\CRH380A型动车组共计54标准组，所内建成8线检修库，为现场作业环境配备16套智能工位终端、60套检修手持作业终端，12 000枚超高频定位电子标签和60套RFID移动式阅读器，2套3层平台登顶管理系统，2套人脸识别认证管理系统。覆盖全所车辆、机务、电务、保洁等部门的人员统一调度管理，通过一体化作业管理系统实现对日均60组检修作业任务的信息化保障。

## 6 结束语

动车组一体化作业管理对于动车组的高效检修和安全运营具有重要意义。随着动车组配属数据的增加和管理要求的不断细化，物联网技术的引入成为动车运用所提高人员作业效率、确保动车组检修质量的关键。

### 参考文献：

- [1] 孙 鹏, 史天运, 张惟皎, 等. 面向动车组高级修的工业物联网信息系统框架 [J]. 计算机应用, 2012, 32 (Z1) : 229-232.
- [2] 孙 鹏. 动车组维修物联网及其关键技术研究 [D]. 北京: 中国铁道科学研究院, 2013.
- [3] 杨春辉. 基于移动工作流的动车组运用检修作业过程管理系统的研究和实现 [D]. 北京: 中国铁道科学研究院, 2016.

责任编辑 陈 蓉