

文章编号：1005-8451（2017）07-0011-04

铁路物联网应用分析方法研究

孙 鹏

（中国铁道科学研究院 电子计算技术研究所，北京 100081）

摘要：围绕动车组维修场景，从主要业务对象及关键生产要素入手，按照标识识别、状态传感、定位导航、控制反馈划分物联网感知技术，逐项分解和明确细化其中有价值的感知技术应用模式。提出了一套物联网应用分析方法，对于在其他领域开展物联网顶层设计也有重要借鉴意义。

关键词：动车组；物联网；运用；检修

中图分类号：U266.2 : TP39 **文献标识码：**A

Application analysis method of railway Internet of Things

SUN Peng

(Institute of Computing Technologies, China Academy of Railway Sciences, Beijing 100081, China)

Abstract: This article focused on the EMU maintenance scene, started with the main business objects and key production factors, in accordance with characteristic identification, state sensing, positioning navigation, control feedback classification and things perception technology, decomposed by item and explicitly refined the valuable application patterns of perceptual technology. The article presented a methodology for the analysis of Internet of Things (IoT) applications, which also has reference significance for the top-level design of IoT in other fields.

Keywords: EMU; Internet of Things (IoT); operation; maintenance

物联网是互联网和通信网的延伸及拓展应用，利用感知技术与智能装置对物理世界进行感知和控制，通过网络通信联接，进行计算处理和知识挖掘，实现人与物、物与物信息交互和无缝链接，达到对物理世界实时控制、精确管理和科学决策目的。作为我国重点发展的战略性新兴产业，物联网长期受国家宏观政策支持。

物联网本身不是一项单一的技术，而是多种技术的综合应用与融合提升。当前信息技术发展日新月异，新技术及其新特性不断出现，现实中物联网的应用模式又具有极大的创造性和灵活性。为了构建统一完备的应用体系，避免重复建设投入，既覆盖业务领域主要需求，又符合感知技术应用趋势，并对实际应用具有长期稳定的引导作用，本文以研究动车组运维业务物联网应用作为切入点，分析了动车组运维业务专业对象和物联网感知技术，提出了该业务场景下的物联网感知技术方案，最后通过提炼形成一套应用分析方法。

收稿日期：2017-03-10

基金项目：中国铁道科学研究院电子计算技术研究所基金（DZYF16-15）。

作者简介：孙 鹏，副研究员。

1 动车组运维业务分析

1.1 业务场景概述

动车组的运用修和高级修分别在动车（车辆）段、动车运用所及检修车间进行，维修业务涵盖的专业层面和工艺流程复杂，运用管理、检修管理、技术管理、物流管理、设备管理所关注的核心问题各不同。运用管理主要关注行车安全及动车组、停车线等运用资源利用率；检修管理关注检修股道、流水线工位和作业班组等关键能力效率和服务质量；技术管理关注动车组构型履历、故障以及维修相关技术信息的管理；物流管理关注实现以检修为中心的物料精细化配送存储；设备管理关注各维修处所中设备设施的持久化生产支持。动车组运维过程中车流、物流、作业流相互交织，形成动态的生产过程。

1.2 感知技术应用目标

物联网感知技术方案的设计目标：针对各专业对象配置自动数据采集及智能控制设备，实现感知技术的全面渗透和各专业层面的泛在感知，全面、准确、实时地掌握生产动态信息。通过综合应用和智能分

析，更好地支撑决策与行动，乃至获得动态调整和优化生产的能力。

1.3 动车组维修对象

通过关键生产要素分析动车组运维业务中的专业对象，可划分为人员文案、移动资产、固定设施、生产环境4类。人员方案是指维修组织架构及其人力资源配置，以及技术、财务等管理中的无形资产；移动资产是指维修段主要服务对象—动车组，以及零部件、物料、工具、运载工具等有形资产；固定设施是指维修段各处所，以及固定的设备设施；生产环境是指维修处所周界和段咽喉区。4类维修段专业对象所包含的具体内容，如表1所示。

表1 动车组维修场景中的专业对象

对象类型	主要对象名称
生产环境	维修处所周界和出入口、段咽喉区
移动资产	动车组、零部件、物料、工具、公铁两用车及叉车等运载工具
固定设施	车间、库房、停车线、股道、流水线、检修设备、仓储设施等
人员文案	随车机械师、地勤机械师、技术员、调度员、站段领导等 管理文件、技术资料、作业工卡、财务单据等

2 物联感知及网络接入技术

2.1 物联感知技术

物联网最终依靠全面渗透于物理世界中的感知及控制技术发挥作用。大部分物联网设备自下而上地实现物理对象属性信息、状态信息或位置信息自动采集，另一部分设备自上而下地按照管理指令实施控制（自动控制或人工半自动执行），因此把物联网技术分成标识识别、状态传感、定位导航和控制反馈4种，可称之为感知3.5技术。各类物联感知技术所包含的具体内容，如表2所示。

表2 物联感知3.5技术及其信息采集类型

	标识识别	状态传感	定位导航	控制反馈
主要感知技术	RFID、条形码、二维码、生物识别、激光打码等	传感器及其集成装置	GPS、北斗、室内定位	机器人、自动控制装置、移动终端等
信息采集类型	属性信息	状态信息	位置信息	管理指令

2.2 网络接入技术

网络接入主要关心物联网或传感网中智能设备“最后一公里”本地接入的问题。目前，该方向可用技术种类众多，应根据传输距离、速率、功耗、环境

干扰等多种因素综合选择。通常的技术手段包括传统以太网、Wi-Fi、蓝牙等，当前超宽带技术、卫星通信、射频通信等也在一些应用领域中采用。ZigBee 作为一种短距离、低功耗无线通信技术，一直以来都是构建自组织无线传感网的首选，6LoWPAN 是一项将 IPv6 协议引入无线传感网的新技术。另外，LoRa 和 NB-IoT 是当前两个最有发展前景的低功耗广域网无线通信技术。

3 动车组维修物联网感知方案

紧密结合动车组维修业务实际需求，沿着上文提出的维修专业对象分类、物联感知技术分类两个维度进行分析，研究感知技术对各种业务对象的实际应用价值，以形成全面完备的物联网感知技术应用体系，应用分析结果，如图1所示。

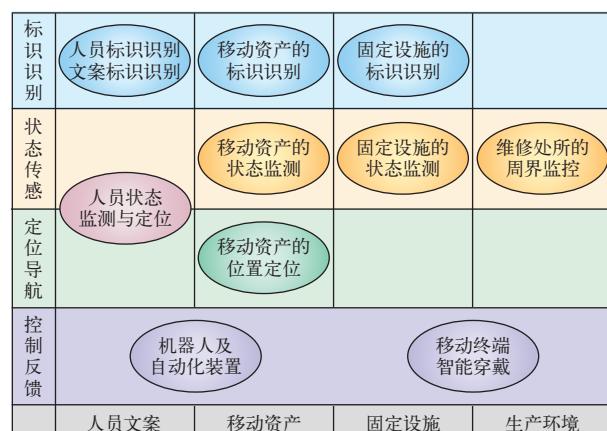


图1 动车组运维场景的物联网应用分析

3.1 人员文案的标识识别

身份智能卡、生物特征识别等实现了维修段各岗位人员的自动身份识别，支持包括门禁出入、上下岗考勤、关键设备操作授权、作业任务签认等在内的全部生产活动。把条形码、二维码打印在管理文件、技术资料、作业工卡或财务单据之上，有助于实现维修段信息资产的自动化管理与协同办公。

3.2 人员状态监测与定位

视频/音频监控系统对现场作业人员实现了在岗及作业状态监控，利用可穿戴式传感设备能够实时监测作业人员健康状况，例如利用测酒仪等专用设备可实现作业安全监控。通过身份智能卡阅读器能够间接获取人员临时位置，通过移动手持终端定位技

术能够实现工作人员实时跟踪。人员状态和位置一般是敏感信息，实际应用中需要考虑隐私保护问题。

3.3 移动资产的标识识别

基于射频识别（RFID，Radio Frequency Identification）的车号识别系统实现了动车组车号自动识别。RFID电子标签、二维码、条形码、激光打码、甚至铭牌标记均能实现零部件、物料、工具的唯一标识，应根据管理需求和技术特征设计标识加装方案；尤其针对轮对等走行部件，对保障行车安全有重大影响，应采取新造时固化电子标签的开环应用方案，支持动车组关键配件的全生命周期管理。在公铁两用车、叉车等运载工具上加装电子标签，有利于实现检修配送、库存操作等环节下的自动化管理。

3.4 移动资产的状态监测

动车组自身集成了大量传感器，车载通信设备通过车上控制网络收集运行状态及故障信息，在途列车通过移动网络实时传送关键运行信息到地面，站段停靠列车通过 Wi-Fi 下载大容量的运行过程数据。轨边监控设备对通过车辆运行条件进行安全监测，例如：智能传感器实现了车底故障图像安全监控。利用超声波探伤、轮对踏面检查等自动化检测/检修设备，实现了动车组关键配件的技术条件监测。对有安全监测或特殊应用需求的零部件、工具、物料，可考虑加装传感装置，例如：物料仓库油品温度计、燃油计量仪器等。

3.5 移动资产的位置定位

动车组车载通信设备一般集成了 GPS 定位模块，利用车号自动识别和计算机联锁系统也能够间接获取到列车的临时位置信息。在高级修过程中，可采用专用装置标识解编后车辆并跟踪其位置。在运载工具，以及重要的零部件、工具、物料之上加装定位装置，有利于实现该移动资产的动态管理。

3.6 固定设施的标识识别

RFID 电子标签、二维码、条形码、激光打码等应用于维修段固定设施，能够提高维修管理水平。在自动化检修设备上安装标签，促进了设备养护维修过程自动管理。在股道作业区域、流水线上工位、仓库货位上安全标签，结合手持作业终端等的使用，有利于实现检修作业过程及库存的精细化管理，以

及检修物料的量份制配送。

3.7 固定设施的状态监测

通过设备接口把各类自动化检测、检修设备接入网络，能够实时监测设备运行状态信息，发生故障时立即组织修理，同时利用上传的检测、检修信息进行专业分析。对有安全监测或特殊应用需求的固定设施应实现实时状态监测。

3.8 机器人及自动化装置

机器人对于替代高危险环境作业和简单重复的高强度作业具有重要价值。目前，已经有用于检修线车底动态图像检查、受电弓应力检查等方面的自动化检修装置，AGV 运载工具能够自动完成零部件、物料、工具的运送，未来将会出现更多机器人产品替换人工劳动。维修段已经有不少自动化检修设备和工具自身具备自动控制功能，应尽快考虑联网集成应用。

3.9 移动终端和智能穿戴

移动终端相比固定终端拥有更大应用潜力，是现场工作必要的人机交互接口，可支持语音沟通记录、图像视频拍摄、生产指令接收、技术资料获取、管理信息发布、数据传输共享、指纹签认、人员位置跟踪等大量灵活的应用功能，内置 NFC 模块的手持机还能够实现接触通过、接触支付、接触连接、接触浏览、接触下载 5 种应用模式，可全面应用于检修、库存、乘务 3 种业务场景。智能手电、智能头盔等可穿戴设备有利于解放双手，以提供更大的工作便利。移动终端和智能穿戴设备结合虚拟现实（VR）、增强现实（AR）技术，能够为生产人员提供全新的应用体验。

3.10 维修处所的周界监控

在维修段的线路咽喉区、重要出入口、关键处所周界，安装振动光纤、电子围栏、光波对射设备，有利于保障生产环境安全。

4 物联网应用分析方法总结

客观业务应用需求的复杂性和物联感知技术的多样性，导致了对铁路等特定行业领域的物联网应用规划编制千头万绪，需要有一套思路清晰的应用分析方法论以保证业务应用体系的全面完备。总结动车组维修业务物联感知方案设计工作，物联网应用分析方法，如图 2 所示。

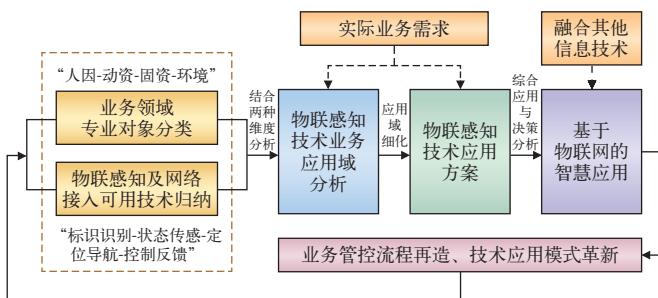


图2 物联网应用分析方法

5 结束语

2017年初，中国铁路总公司提出了“制定铁路物联网总体方案，扩大物联网应用范围”的工作要求，本文研究了动车组运维业务的物联感知方案，主要研究在该领域各专业对象上安装哪种智能硬件的问题，尝试面向动车组运维形成全面完备的物联网业务应用体系，研究方法对于铁路客运、物流、机务、车辆、工务、供电、电务、信息IT、建设各专业的物联网规划均有广泛借鉴意义。

为实现建设铁路物联网落地，需要解决一些关键问题。（1）从顶层设计入手编制总体蓝图，明确

（上接 P10）

3.2.4 智能安防

利用物联网技术，通过各种传感器、摄像机、无人机、门窗磁、读卡器、门禁控制器等安防监测设备以及智能视频技术、人员定位技术等技术，实现动车段全范围全时段的安全监控，为动车段提供环境感知、入侵报警、紧急求助、防火和防意外等安防功能的综合性服务，增强检修生产的安全性。

3.2.5 节能环保

实现设备能源消耗在线监测、智能分析、状态控制。通过人员位置感知控制照明设备，实时感知设备占用状态，实现空闲自动关闭。

4 结束语

本文借鉴智慧地球、智慧城市等理念，提出智慧动车段解决方案。智慧动车段以新一代信息技术为依托，从全面感知、互联互通、高度共享、智慧应用4个层次，解决现阶段动车段信息化存在的问题。全面感知主要解决数据的快速可靠自动采集问题，

铁路物联网愿景目标和总体框架，全面梳理物联感知技术发展现状和趋势；（2）构建铁路物联网应用服务平台，实现电子标识及其他智能硬件的跨专业、跨行业共享与协同操作，以及“云-管-端”的物联网安全防护体系；（3）基于物联网基础设施建立智慧应用示范，并结合大数据、云计算等新一代信息技术深化应用，从整体上提升铁路信息技术应用和业务管控水平。

参考文献：

- [1] 中华人民共和国铁道部. 动车组管理信息系统总体方案：运装管验[2009] 95号[Z]. 北京：中华人民共和国铁道部，2009.
- [2] 史天远. 动车组管理信息系统及其关键技术[C]// 中国智能交通协会. 第七届中国智能交通年会论文集：2012年卷. 北京：电子工业出版社，2012.
- [3] 史天远，孙鹏. 动车组管理信息系统的建设与发展[J]. 铁路计算机应用，2013，22（1）：1-4.
- [4] 孙鹏，史天远，张惟皎，等. 动车组维修信息系统中的高层业务信息提取技术[J]. 中国铁道科学，2014，35（4）.

责任编辑 徐侃春

互联互通和高度共享实现各类系统和设备之间信息的传递和共享问题，智慧应用是各类信息的综合利用和价值挖掘，最终目的是为提高动车组运行安全保障能力和经营管理能力，提供高效、可靠、规范、智能的信息服务。智慧动车段是未来动车组信息化发展的新方向，本文的研究成果可为未来的动车组信息化建设规划提供参考。

参考文献：

- [1] 李德仁，龚健雅，邵振峰. 从数字地球到智慧地球[J]. 武汉大学学报：信息科技版，2010，35（2）：127-132.
- [2] 王静远，李超，熊璋，等. 以数据为中心的智慧城市研究综述[J]. 计算机研究与发展，2014，51（2）：239-259.
- [3] 李德仁，姚远，邵振峰. 智慧城市中的大数据[J]. 武汉大学学报：信息科技版，2014，39（6）：631-640.
- [4] 张惟皎，贾志凯. 动车组运用检修信息化管理探讨[J]. 铁路计算机应用，2013，22（1）：5-9.
- [5] 王辉，张惟皎，王治. 动车段动车组管理信息系统架构设计与关键技术分析[J]. 铁路计算机应用，2013，22（1）：13-16.

责任编辑 徐侃春