

文章编号: 1005-8451 (2018) 11-0065-04

施工安全防护系统研究

朱宗涛¹, 朱攀峰², 李亚亚³

(1. 中国铁路兰州局集团有限公司, 银川 750011;

2. 北京思维鑫科信息技术有限公司, 北京 100067; 3. 机械工业经济管理研究院, 北京 100055)

摘要: 随着中国铁路数次提速, 列车密度不断增加, 导致上道施工作业安全问题日益突出, 针对铁路施工的特殊性, 从现场需求出发, 通过对施工作业安全的流程再造, 采用“故障导向安全”的策略, 基于机车在线运行位置信息和施工人员位置信息构建了施工安全防护系统, 有效降低了施工作业安全风险, 提高了施工作业标准化水平。

关键词: 施工防护; 故障导向安全; LMD

中图分类号: U215 : TU714 : TP39 **文献标识码:** A

Research on construction safety protection system

ZHU Zongtao¹, ZHU Panfeng², LI Yaya³

(1. China Railway Lanzhou Group Co. Ltd., Yinchuan 750011, China;

2. Beijing SiWei Thinker Information Technology Co. Ltd., Beijing 100067, China;

3. Research Institute of Machinery Industry Economic&Management, Beijing 100055, China)

Abstract: With the increasing speed of Chinese railways and the increasing density of trains, the safety problem of track construction is becoming more and more serious. In view of the particularity of railway construction, starting from the on-the-spot demand, through the process reengineering of construction operation safety, adopting the strategy of "fault oriented safety", the construction safety protection system was constructed based on locomotive on-line operation location information and construction personnel location information. The system effectively reduced the safety risk of construction work and improved the standardization level of construction work.

Keywords: construction protection; fault oriented safety; LMD

随着中国铁路数次大提速以及大量新造车投入应用, 列车运行密度急剧增加, 施工天窗期^[1]被不断压缩, 而铁路线路施工复杂, 具有施工作业区域大、线路长、作业环境条件差、施工周期短等特点^[2]。既有施工安全防护主要采用人防为主、技防为辅的模式^[3], 通常在站内设置驻站防护员, 施工区域设置现场防护员, 列车接近施工区域时, 由站内防护员通过电台通知现场防护员作施工撤离指示, 存在由于施工现场环境恶劣(雨雪、风沙、施工噪音等特点), 导致施工人员撤离不及时, 进而造成严重人身伤亡事故的情况。目前, 国内外很多学者就铁路施工安全防护进行了研究, 康燕仁^[4]研究了基于红外探测的铁路施工安全防护报警系统, 通过红外等技术确定机车接近信息, 并实时播报给施工人员。李博绪^[5]等人研究了铁路区间施工的防护报警问题,

通过 Zigbee 等物联网通信技术实时传输机车接近信息, 实现施工安全防护报警功能。上述研究均是通过技术手段获取机车接近信息, 对于施工防护人员标准化作业管理以及设备故障后情况, 并未提出有效解决方法。本文结合现场施工流程, 通过对施工流程再造, 结合 LMD 系统^[6](LKJ 设备运行监测系统)中机车实时运行位置信息和施工人员位置信息, 采用“故障导向安全”策略, 实现危险源接近报警、人员越界报警等功能, 多途径保证现场作业施工安全。

1 施工安全防护系统需求分析

当前, 施工作业防护主要由施工负责人、站内防护员、施工防护员、施工人员组成, 施工负责人对施工整体负责, 站内防护员负责将机车接近施工区域信息给施工防护员, 施工防护员负责通知并确认施工人员下道避让。上述防护模式存在以下缺陷点^[7]:

收稿日期: 2018-03-09

作者简介: 朱宗涛, 工程师; 朱攀峰, 工程师。

- (1) 站内防护员依靠微机联锁信息掌握机车过站信息，信息来源单一；
 - (2) 站内防护员与施工防护员应按照一定时间周期保持通信，存在防护员未严格执行该项规定的现象；
 - (3) 无法获取接近施工区域机车的运行速度以及公里标；
 - (4) 施工过程中，施工人员位置信息无法及时掌握；
 - (5) 施工完成后，施工过程无有效手段查询。
- 因此，系统功能需求如表 1 所示。

表1 系统功能需求

序号	系统功能需求	系统需求分析
1	现场作业安全防护	a.当危险源(列车、调车)接近时，警示线路及附近的作业人员下道避让； b.作业人员位置信息消失或异常时，持续报警提示，人工解除； c.实时监控现场作业人员所在位置及安全状态。
2	安全生产管理	a.作业计划管理； b.作业执行情况跟踪和监控； c.历史作业记录、查询及回放等； d.站内防护员与施工防护员互控； e.服务器按照一定时间间隔要求站内防护员与施工防护员进行“心跳”交互，保证两者均处于工作状态。

2 施工安全防护系统架构

施工作业人员与线路运行机车是本系统的两大重要因素^[8]，通过 LMD 系统获取当前施工线路运行机车，通过移动无线网络以及 GPS/ 北斗定位技术获取施工防护人员对应防护公里标^[9]，后台服务器根据该信息进行运算处理，确认施工作业人员是否安全。当列车接近时，向作业人员提供声、光、震动等安全预警信息，提示作业人员及时下道避让；同时能够在现场提交、接收作业单，在作业现场进行作业单流转管理，从而形成铁路安全生产的闭环管理。系统架构如图 1 所示，主要由施工防护服务器、作业终端组成，根据应用帐号不同区分用户类型。

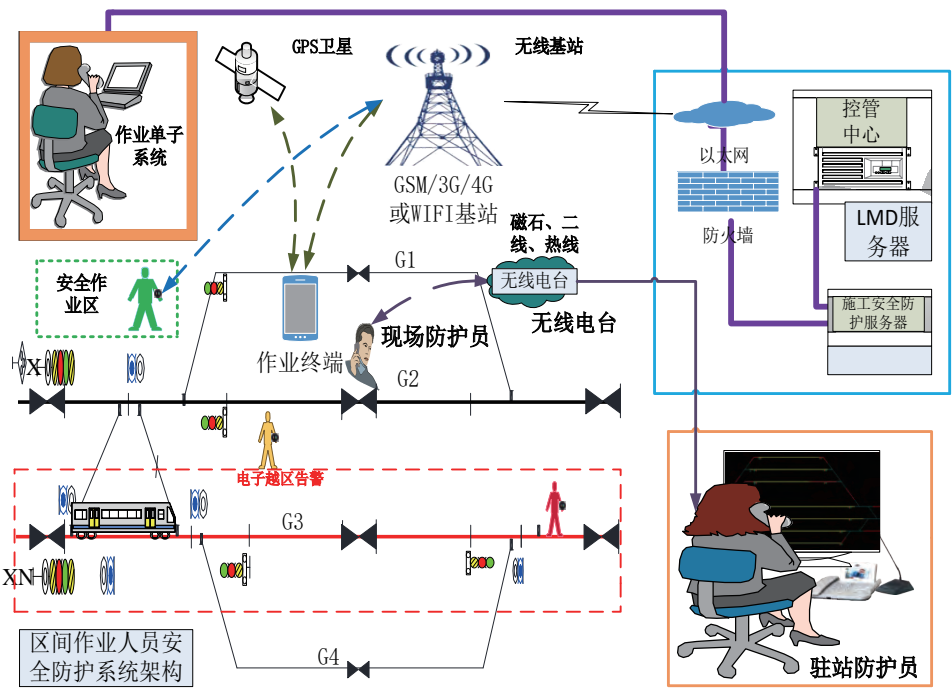


图1 施工安全防护系统架构示意图

3 基于“故障导向安全”策略的作业流程

- 根据现场作业流程和“故障导向安全”策略，施工安全防护系统作业流程设计如图 2 所示。
- (1) 施工负责人负责编辑施工作业内容，确定施工防护作业人员；
 - (2) 各岗位到岗后，应确认到达作业地点，上传施工 GPS 位置后，将自动生成作业施工安全电子围栏；
 - (3) 站内防护员与施工防护员通话确认，了解位置及准备情况；
 - (4) 施工负责人确认施工开始；
 - (5) 施工过程中，站内防护员间隔 3 ~ 5 min 与站内防护员进行通信确认，一方未确认均会导致系统报警，提醒施工人员下道避让；
 - (6) 站内防护员发现机车接近施工区域，通过终端向施工人员发送机车接近预警信息；
 - (7) 系统从 LMD 系统获取机车运行信息，计算机车接近施工区域时，也将向施工防护人员发送机车接近预警信息；
 - (8) 施工结束后，由施工负责人确认施工关闭，施工作业记录单封存并提交服务器。

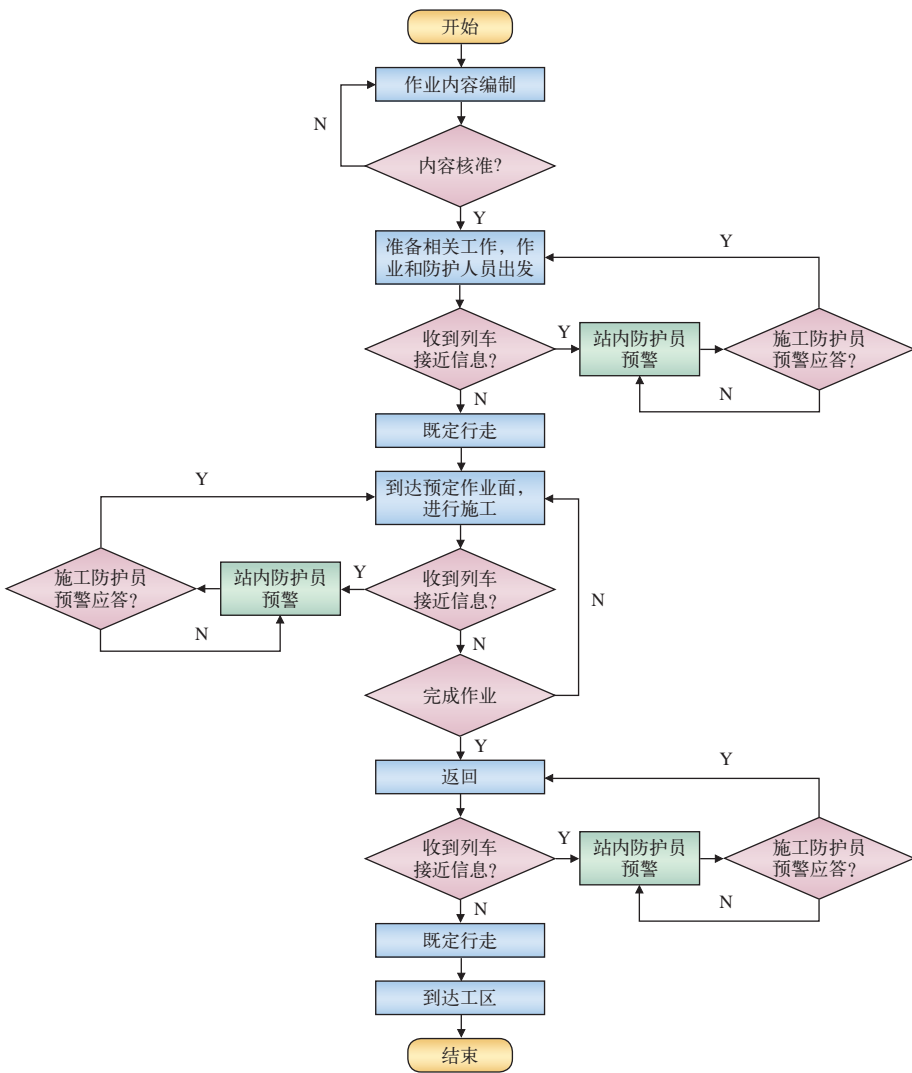


图2 基于“故障导向安全”策略的作业流程图

4 施工安全防护系统功能

4.1 施工作业记录单功能

系统将作业记录单电子化，通过作业终端接收并管理作业单，实时记录施工过程中人员操作信息并上报服务器，为管理人员提供标准化作业检查依据，如图 3 所示。

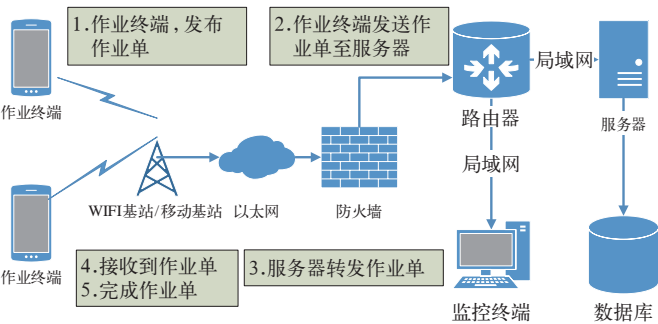


图3 施工作业记录单功能结构示意图

4.2 作业人员分布显示以及安全预警功能

服务器实时采集“作业人员位置”信息，并在地图上以“人员图标”方式显示。服务器实时监控站内开通的每条进路距离每个作业人员的最短距离，估算区间上列车距作业人员的距离，当服务器的计算结果小于安全距离时，系统将发起危险报警。

(1) 作业人员离线、越区报警功能

作业人员离线是指施工作业人员与服务器通信中断，作业人员的越区是指作业人员远离施工作业区域、超出施工作业安全电子围栏，上述两种方式均会导致系统报警。

(2) 机车接近预警功能

系统获取 LMD 系统中的机车运行信息，经服务器计算机车距离施工位置约 5 km/3 km/1 km 时，分别发出机车接近预警信息，提醒施工人员下道避让。施工防护人员接收该信息后应予以确认，

终端界面显示如图 4 所示。



图4 机车接近预警功能界面显示

(3) “心跳”保持功能

系统每 3 min 要求站内防护员与施工防护员进行“心跳”确认, 确认超时将会导致系统记录并报警。

5 结束语

本文重点研究了施工作业安全防护方法, 从现场需求出发, 通过对施工作业安全的流程再造, 采用“故障导向安全”的策略, 基于 LMD 系统和移动定位技术构建施工安全防护系统, 有效降低了施工作业安全风险, 最终通过现场应用进行了系统验证, 为施工作业人员安全防护提供了有效的解决机制。但可以看到, 由于 GPS/BD 在铁路沿线存在盲区, 导致无法完全实时获取机车接近位置信息, 下一步将重点研究基于智能图像识别技术分析站场机车发车信息, 增加安全防护信息来源, 以提高系统可靠性。

参考文献:

- [1] 李东立, 许博, 罗建龙, 等. 普速铁路营业线维修“天窗”管控系统的研究与应用[J]. 铁路计算机应用, 2015 (12): 8-12.

(上接 P64)

局域网内的拓扑发现, 要想对广域网拓扑发现还需要进一步研究, 并结合其他技术手段来实现。针对目前实现的网络拓扑发现, 下一步将基于该网络拓扑方法研究网络故障定位, 实现综合监测平台的智能故障诊断。

参考文献:

- [1] 张凤启. 信号集中监测智能分析技术的应用[J]. 铁路计算机应用, 2014, 23 (3): 54-56.
- [2] 辛军. 铁路信号集中监测系统研究[J]. 通讯世界, 2016 (12): 269-270.
- [3] 杨家海. 网络管理原理与实现技术[M]. 北京: 清华大学出版社, 2000.
- [4] 彭熙, 李艳, 王倩, 等. 基于网络拓扑结构的智能故障定位系统设计与实现[J]. 计算机工程, 2005, 31 (2): 219-221.
- [5] 刘继全. 信息系统运行安全综合管理监控平台的设计与实现[J]. 铁路计算机应用, 2011, 20 (1): 26-29.
- [6] Moon S B, Skelly P, Towsley D. Estimation and removal of clock skew from network delay measurements[C]// INFOCOM '99. Eighteenth Joint Conference of the IEEE Computer and

- [2] 宋修德, 邓卫东, 李用, 等. 基于物联网的铁路施工安全综合防护系统设计及应用[J]. 铁路计算机应用, 2017, 26 (11): 36-40.
- [3] 秦健. 基于北斗的铁路施工作业人员和车辆安全预警防护系统方案研究[J]. 铁路计算机应用, 2017, 26 (9): 11-14.
- [4] 康燕仁. 基于红外探测的铁路施工安全防护报警系统[J]. 电子技术与软件工程, 2018 (6): 90-90.
- [5] 李博绪, 田立国, 李智, 等. 铁路区间施工防护报警系统的设计[J]. 科技创新与应用, 2017 (9): 87-87.
- [6] 姜智, 胡接旺. 列车运行监控设备监测管理系统 (LMD) 构建与实施[J]. 铁道通信信号, 2017 (12): 11-14.
- [7] 樊国智. 铁路数字化人身安全防护语音提示系统研究[J]. 铁道运输与经济, 2017 (b12): 88-93.
- [8] 付海娟. 基于 GPS 的铁路安全自动防护系统[J]. 网络安全技术与应用, 2015 (5): 151-152.
- [9] 郭荣昌, 林俊亭, 李国宁. 工务及电务现场作业安全防护系统[J]. 铁道运营技术, 2011, 17 (1): 4-6.

责任编辑 付思

Communications Societies. Proceedings. IEEE. IEEE, 2002:227-234.

- [7] Breitbart Y, Garofalakis M, Martin C, et al. Topology discovery in heterogeneous IP networks[C]// INFOCOM 2000. Nineteenth Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies. Proceedings. IEEE. IEEE, 2002:265-274 vol.1.
- [8] 蔡伟鸿, 舒兆港, 刘震. 基于 SNMP 协议的以太网拓扑自动发现算法研究[J]. 计算机工程与应用, 2005, 41 (14): 159-163.
- [9] 石玫, 李祥和. 基于 STP 的物理拓扑发现算法研究[J]. 计算机工程与应用, 2007, 43 (9): 148-150, 204.
- [10] IEEE 802.1D-1998 IEEE Standard for Information Technology Telecommunications and Information Exchange Between Systems Local and Metropolitan Area Networks Common Specifications Part 3: Media Access Control(MAC) Bridges[S].1998.
- [11] 郇金花, 李红峰, 吉卫红. 一种改进的网络拓扑发现方法的设计与实现[J]. 数据分析与知识发现, 2006, 1 (2): 54-57.

责任编辑 付思