

集大原铁路大同段彩钢瓦漂浮物风险评估研究

王亚洲¹ 韩生栋¹ 周涛² 何延灼² 宋臻¹

1 大秦铁路股份有限公司太原高铁工务段 2 中国铁路太原局集团有限公司

DOI:10.12238/etd.v5i5.9123

[摘要] 采用铁路周界彩钢板风致侵限天空地一体化监测评估系统对新建集大原铁路大同段外部环境中的彩钢瓦漂浮物风险源进行遥感识别与快速评估。结果表明: (1)采用HTC算法框架识别风险源205处,集中分布于DK110+000~DK120+300区间外300~500m区域,该区域内风险源数量占比51.7%,面积占比64.3%; (2)历史极值风速时彩钢瓦极限漂移距离为105m,即安全限界外105m范围为彩钢瓦漂浮物风险区; (3)风险区内共识别风险源27处,较500m区域减少了178处,评估量降低了86.8%; (4)采用近3s平均风速最大值评估时,高中风险源的数量分别为3、9;采用近五年2min平均风速最大值评估时,仅1处高风险源。识别与评估结果对大同段铁路沿线彩钢瓦整治工作具有较高的指导意义。

[关键词] 铁路; 彩钢瓦; 遥感识别; 快速评估

中图分类号: TP7 **文献标识码:** A

Study on risk assessment of floating objects of colored steel tiles in Datong section of Jidayuan Railway

Yazhou Wang¹ Shengdong Han¹ Tao Zhou² Yanzhuo He² Zhen Song¹

1 Taiyuan high-speed railway works section of Daqin Railway Co., Ltd

2 China Railway Taiyuan Bureau Group Co., Ltd

[Abstract] Using the integrated monitoring and evaluation system of wind-induced invasion of colored steel plates around the railway, the risk sources of floating objects of colored steel tiles in the external environment of Datong section of the newly-built Jidayuan railway are identified by remote sensing and quickly evaluated. The results show that: (1) 205 risk sources are identified by HTC algorithm framework, which are concentrated in the area of 300~500m outside DK110+000~DK120+300, and the number of risk sources in this area accounts for 51.7%, and the area accounts for 64.3%; (2) The limit drift distance of the color steel tile is 105m at the historical extreme wind speed, that is, the 105m range outside the safety limit is the floating object risk area of the color steel tile; (3) There are 27 risk sources identified in the risk area, which is 178 fewer than that in the 500m area, and the assessment amount is reduced by 86.8%; (4) When the maximum average wind speed of nearly 3s is used for evaluation, the number of high school risk sources is 3 and 9 respectively; When the maximum average wind speed of 2 minutes in recent five years is used for evaluation, there is only one high-risk source. The identification and evaluation results have a high guiding significance for the renovation of colored steel tiles along Datong railway.

[Key words] railway; Colored steel tile; Remote sensing identification; Rapid assessment

引言

经铁路部门追溯调查,铁路周界的彩钢板漂浮物主要来自轻钢建筑脱落的围护彩钢板。该类风险源具有分布范围广,民用建筑施工标准不统一,大风天气彩钢板极易脱落并随风漂移的特点,对其周围的运营铁路产生较大的安全隐患。

国内外学者基于传感器网络监测技术和计算机视觉检测技术,对铁路周界异物入侵已开展深入研究,并取得显著成果^[1-9]。但是,前述研究内容主要针对已经侵限或正在侵限

的异物,不适用于识别并评估潜在的致灾因子,不能将风险防患于未然。

综上所述,本文基于遥感影像分割技术与彩钢板风致侵限危险性评估技术,通过铁路周界彩钢板风致侵限天空地一体化监测评估平台,对集大原铁路大同段周界的彩钢板漂浮物风险源进行快速识别与风险评估研究。

1 风险源快速识别评估系统

铁路周界彩钢板风致侵限天空地一体化监测评估系统由遥

感卫星、气象站、铁路外部环境轻钢建筑风险快速分析平台、微信小程序组成,其工作流程如图1所示。系统通过遥感卫星拍摄铁路周界高清影像,通过气象站动态监测场地风场信息。

后台分析管理软件为系统的核心组件,可自动下载云服务器上的遥感影像与风场数据,利用目标检测算法与彩钢板风致侵限危险性评估算法,实现对风险源识别、定位、评估、任务整治的智能化。微信小程序为前端工具,可为用户提供查收待办任务、核查任务状态、查看任务进度、回复任务等功能。

风险源整治过程中,平台与微型小程序保持数据同步更新,同时自动更新任务管理台账供管理员查阅与调用,从而实现对彩钢板风险源识别、评估、整治的智能管控。

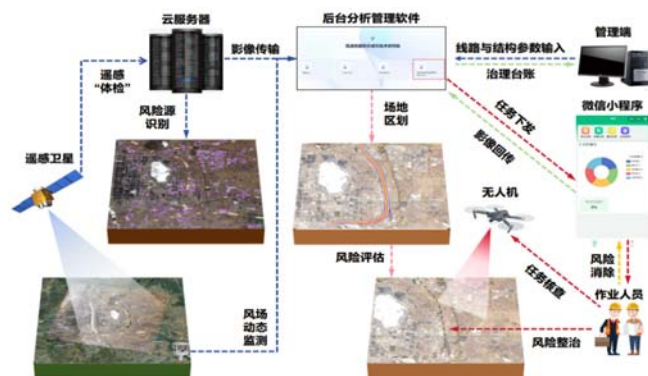


图1 系统工作流程图

2 风险源遥感识别

系统的遥感影像目标检测采用HTC算法框架,该框架基于Cascade架构,将Cascade R-CNN和Mask R-CNN交织在一起进行联合多阶段处理,采用全卷积分支提供空间语境,更有利于区分前景和杂乱背景。HTC框架具有逐步学习判别特征,与每阶段将互补特征整合的优点,相同条件下,单个HTC在MSCOCO数据集上较CascadeR-CNN和 Mask R-CNN分别提高了38.4%和1.5%^[10]。

新建集大原铁路大同段对应里程为DK110+113~DK163+180,根据《高速铁路安全防护管理办法》,将里程数据导入系统后对线路安全限界外500m范围内的遥感影像开展风险源识别,结果如图2所示。

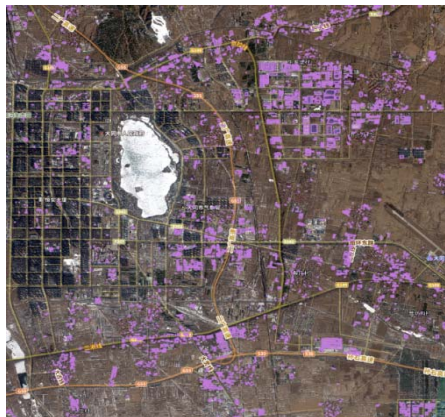


图2 安全限界外500m范围风险源识别

遥感影像内共识别风险源205处,风险源分布特征如图3所示。风险源主要分布于DK110+000~DK120+300区间,少量分布于DK160+300外侧,其它区间外侧500m范围内无风险源。线路安全限界外300~500m区域内风险源分布十分密集,该区域识别风险源106处,整体占比高达51.7%,其占比为0~100m与100~200m区域的4.24倍,是200~300m区域的1.89倍。

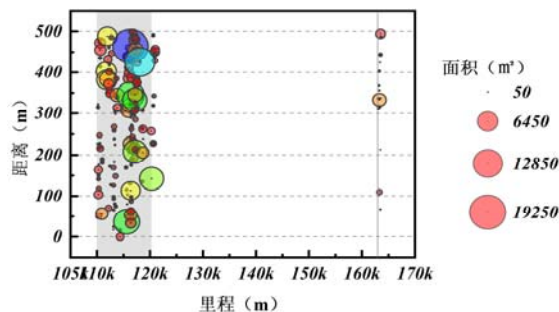


图3 风险源沿线分布特征

将线路安全限界外500m区域按50m尺度进行分割,各小区的风险源数量随线距增大呈波浪式上升趋势,如图4所示。安全限界外200m范围内,风险源集中分布于第一个波峰处,即50~100m区域内风险源较为集中,其整体占比达到8.78%;安全限界外200~500m范围内,风险源主要集中于第二与第三个波峰处,即200~250m区域与300~350m区域,两者整体占比分别为15.1%和18%。

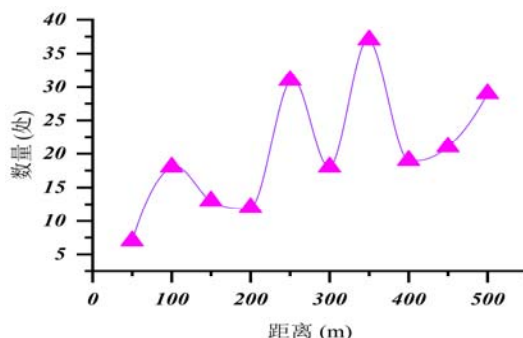


图4 风险源数量随线距分布特征

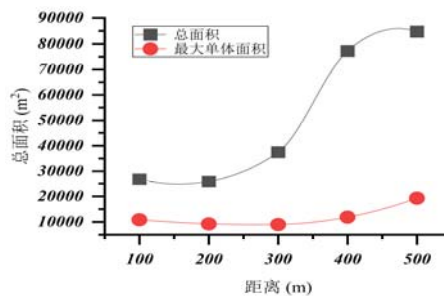


图5 风险源面积分布特征

安全限界外每100m区域内风险源的总面积呈快速增大并趋于平稳的趋势,最大单体面积呈缓慢增大的趋势,如图5所示。安全限界外0~300m范围每100m区域内的风险源面积占比为10.26%~14.85%,300~400m区域内的风险源面积占比为

30.65%, 400~500m区域内的风险源面积占比为33.62%, 风险源在最外侧两个区域的面积为内侧三个区域面积的2.1~3.3倍, 即风险源集中分布于安全限界外300~500m区域。

3 风险源快速评估

大同市1990年~2019年的年极大风速呈逐年减小的趋势, 最大值为28.7m/s, 年大风日数高达24日, 常年最大风速达到8级风力, 场地历史极值风速逼近列车停运风速30m/s。

3.1 场地区划

将场地历史极值风速输入系统后, 得到彩钢板的极限运动距离 S_3 为105m。当场地2019~2023年3s平均风速的最大值为20m/s时, 彩钢板对应的漂移距离 S_2 约为31m; 当场地2019~2023年2min平均风速的最大值为15m/s时, 彩钢板对应的漂移距离 S_1 约为7.5m。

系统根据 S_1 、 S_2 、 S_3 将安全限界外部区域由近到远依次划分为高风险、中风险、低风险与安全四个区域, 如图6所示。 S_3 区域内共识别风险源27处, 高风险区内1处, 中风险区域内4处, 其余均位于低风险区域, 风险源数量较500m范围内减少了178处, 评估量整体降低了86.8%。

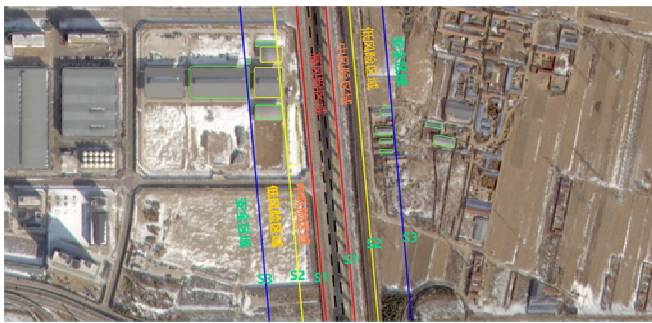


图6 场地区划结果

3.2 评估结果

在历史极大风速下, 安全区域内的彩钢瓦风致漂移侵限为不可能事件, 故仅对风险区内的彩钢瓦进行风险评估。

当采用大同市2023年的3s平均风速最大值进行评估时, 高风险区内风险源因位于线路外侧, 对铁路安全运营具有较高的危险性; 中风险区域内的靠近铁路的两处风险源具有较高危险性, 另外两处风险源具有一般危险性; 低风险区域内最近的7处风险源具有一般危险性, 其余风险源因在该风速条件下, 不会发生风致侵限事件, 故均被评估为无危险性风险源。

当采用大同市2023年2min平均风速最大值进行评估时, 除高风险区内靠近铁路安全限界的风险源被评估为高危险性风险源, 其余26处风险源均无侵限风险。

对比3s平均风速极值与2min平均风速极值的评估结果, 后者较前者的高风险源降低了2倍, 中风险建筑减少了100%。

4 结论与建议

本文对新建集大原铁路DK110+113~DK163+180区间外500m范围内的彩钢瓦漂浮物风险源开展了遥感识别与快速评估, 主

要结果如下:

(1) 采用HTC算法框架识别风险源205处, 集中分布于DK110+000~DK120+300区间, 安全限界外300~500m区域内风险源数量占比高达51.7%, 面积占比高达64.3%, 即风险源集中分布于DK110+000~DK120+300区间外300~500m区域内。

(2) 场地的历史极值风速为28.7m/s, 彩钢瓦的极限漂移距离 S_3 为105m, 线路安全限界外105m区域为彩钢瓦漂浮物风险区; 系统根据历史极值风速与近五年的极值风速和最大平均风速将场地由内向外依次划分为高风险区、中风险区、低风险区、安全区, 进一步收缩评估区域。

(3) 风险区内识别彩钢瓦风险源27处, 高风险区内1处, 中风险区域内4处, 整体数量较500m范围减少了178处, 评估量减少了86.8%。

(4) 当采用近五年3s平均风速最大值评估时, 高中风险源的数量分别为3、9; 当采用近五年2min平均风速最大值评估时, 仅1处高风险源, 其余均为安全建筑。

对比3s平均风速极值与2min平均风速极值的评估结果, 后者较前者的高风险源降低了2倍, 中风险建筑减少了100%, 故建议铁路管理部门采用3s平均风速极值为评估标准。

【参考文献】

- [1]陈燕楠.基于目标跟踪的铁路轨道异物侵限检测与预警研究[D].兰州交通大学,2022.
- [2]李建国,陈敬涛,张伟,等.基于改进型SSD算法的铁路货场异物侵限小目标检测研究[J].铁道通信信号,2024,60(07):57-62.
- [3]陈永,卢晨涛.基于轻量级网络的铁路感兴趣区域异物侵限检测[J].吉林大学学报(工学版),2022,52(10):2405-2418.
- [4]傅荟瑾,郭鹏跃,徐成伟,等.基于多传感技术融合的高速铁路周界入侵监测技术方案研究[J].铁道运输与经济,2022,44(09):122-129.
- [5]朱力强,许力之,赵文钰,等.铁路周界入侵目标多尺度特征感知算法[J].中国铁道科学,2024,45(01):215-226.
- [6]杨雪,李亚群,徐成伟.基于5G的高速铁路自然灾害与侵限监测系统研究与设计[J].铁路计算机应用,2023,32(6):57-61.
- [7]王辉,姜朱丰,吴雨杰,等.基于深度学习的铁路异物侵限快速检测方法[J].铁道科学与工程学报,2024,21(05):2086-2098.
- [8]徐鑫,潘杰,曹利安,等.基于深度学习的铁路异物侵限检测模型[J].铁路计算机应用,2023,32(10):7-12.
- [9]李清欣,徐贵红,周雯.基于联邦学习和深度注意力残差网络的异物侵限辅助判断[J].铁道建筑,2023,63(08):145-148.
- [10]Chen K,Pang J,Wang J,etal.Hybrid Task Cascade for Instance Segmentation[J].CoRR,2019,abs/1901.07518.

作者简介:

王亚洲(1981--),男,满族,吉林四平人,硕士研究生,高级工程师、高速铁路运营维护。