

基于灰色预测的铁路运输安全风险识别方法

王玉贺

(吉林铁道职业技术学院, 吉林省 吉林市 132100)

摘要 目的: 针对现有安全风险识别方法在实际应用到铁路运输领域中存在识别结果与实际不符, 识别准确性较低的问题, 引入灰色预测, 开展对铁路运输安全风险识别方法的设计研究。方法: 结合铁路运输的作业流程, 构建铁路运输安全风险因子指标体系; 利用灰色预测, 建立安全风险识别模型; 基于模型输出结果, 识别与排查运输相关环节风险。结果: 通过对比实验验证, 新的识别方法的运用具备极高的识别准确性, 可为铁路运输安全管理提供更有力的依据。

关键词 灰色预测 铁路运输安全 风险识别

中图分类号: U29

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2022)12-0028-03

我国高速铁路建设的快速发展以及新铁路法规的逐渐完善, 使得我国铁路运输得到了更快速的发展。随着铁路运输速度逐渐提升, 高铁安全风险将更加凸显, 安全风险识别是铁路运输安全管理的重点和难点。如何有效识别出高铁中存在的安全隐患, 为铁路运输系统的运行安全提供科学决策依据是当前研究的重要课题。在铁路运输过程中, 发生颠覆、碰撞、爆炸、火灾等重大事故, 对人类的生命财产都会造成极大的损害。当前, 铁道部高度重视安全生产, 重点关注设备的更新和安全管理, 把铁路安全工作推向了一个新的高度^[1]。尽管当前针对铁路运输安全提出了许多新的规程和规章制度, 但由于对这些制度的不熟悉以及实际操作水平较低等因素的存在, 对于铁路运输的安全会造成十分不利的影晌^[2]。同时, 若当前仍然采用现有的安全管理模式及方法, 会造成无法与新发展形势相契合的问题, 基于此, 为提高铁路运输安全管理水平, 引入灰色预测, 开展对铁路运输安全风险识别方法的设计研究。

1 构建铁路运输安全风险因子指标体系

结合当前铁路运输的作业流程, 对可能存在安全风险问题的节点进行划分, 利用 HAZOP 分析方法, 找出可能存在风险问题的所有关键点。在此基础上, 再选择一个铁路运输作业流程的关键点, 对其中可能存在风险的关键参数进行分析。再根据“引导词+参数=偏差”的表示方式, 确定偏差, 此时得到的偏差即为后续风险识别所需的安全风险因子^[3]。全面、系统地找出铁路危险品运输的安全风险因素, 必须对分析节点进行细致、准确地提取。铁路危险品的运输是一个连

续的、复杂的、变化的过程, 在此基础上对其进行节点的划分要有一定的基础^[4]。而分析节点则是铁路运输过程中的关键环节, 这些关键环节都有可能存在安全风险问题, 因此通过构建安全链模型来对其进行分析, 图1为铁路运输完整安全链模型示意图。

以图1安全链模型, 其中任何一个关键点出现问题都会造成安全风险问题的发展, 因此可以此为依据, 确定铁路运输中存在的安全风险因素, 并以此构建铁路运输核心安全风险因子指标体系。铁路运输安全风险因子指标体系中共包含一级指标1个、二级指标6个以及多个三级指标。

一级指标为: 铁路运输核心安全风险因子。

二级指标(三级指标): 业务办理(货、单不匹配; 运单错误; 漏检等)、货物包装(未气/液密处理; 包装过量等)、仓储管理(未隔热隔火; 仓库温度过高; 货物放置不稳等)、装卸(消防设施不足; 无固定装卸场所; 未设置安装设施等)、交接(未检查; 未核对等)、障碍物处理(地点错误; 处理方式错误等)。

2 建立基于灰色预测的安全风险识别模型

在获取到影响铁路运输安全的各个风险因子, 并完成对指标体系的构建后, 引入灰色预测, 建立安全风险识别模型。灰色预测是指根据实际数据, 预测未来某一时刻的趋势, 进而获得预测结果的一种预测方法。在预测的过程中考虑了大量潜在的预测变量, 同时也能对预测结果进行精确、定量处理得到准确数据^[5]。因此可以有效地应用于铁路运输安全风险分析与预测之中。假设铁路运输每年发生安全事故的总次数为 X , 则根据总次数确定每年铁路运输发生安全风险事故的

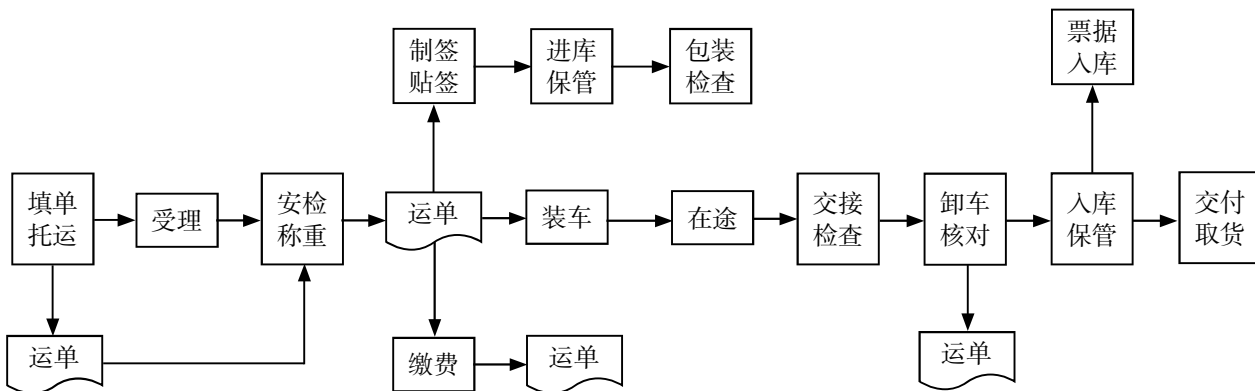


图1 铁路运输完整安全链模型示意图

原始数据时间序列 $X^{(0)}$ 为:

$$X^{(0)} = \{X^{(0)}(t_i), i=1, 2, \dots, n\} \quad (1)$$

在建立安全风险识别模型时,为使所得到的数据序列具有一定的规律性,必须对这些原始数据的时间序列进行生成。对上述原始数据时间序列 $X^{(0)}$ 进行一次累加生成,得到公式(2):

$$X^{(1)} = \{X^{(0)}(t_1), \sum_{k=1}^2 X^{(0)}(t_k), 2, \dots, \sum_{k=1}^n X^{(0)}(t_k)\} \quad (2)$$

由于每年铁路运输发生安全风险事故发生次数不可能为负数,因此对于非负数时间序列而言,其累积产生的次数愈多,数列的随机程度愈低^[6]。在累积产生的次数达到一定程度后,可以将以上的序列转化为非随机序列。经过多次累加后,针对具有较强分布规律的数列,对其进行灰色预测识别模型的微分形式建立:

$$\frac{dX^{(1)}}{dt} + aX^{(1)} = u \quad (3)$$

公式中, u 表示参数; a 表示待识别参数。对上述待识别参数 a 进行求解,采用最小二乘法求解,其公式为:

$$a = \begin{pmatrix} \hat{a} \\ u \end{pmatrix} = (B^T B)^{-1} B^T Y_n \quad (4)$$

公式中, \hat{a} 为参数; B 表示最小二乘系数; T 表示集成次数; Y_n 表示时间数据序列中的某一数值。完成对待识别参数的求解后,将公式(4)作为安全风险识别模型,利用其实现对铁路运输安全法风险的具体识别。

3 运输环节风险识别与排查

利用已有的安全风险识别模型,对铁路运输安全的风险进行识别与相关环节排查。通过日常实时监测、测量得到的故障特征值,将其输入上述的安全风险识别灰色预测模型中,用于识别、排查和诊断。通过模型输出的结果来判定目前铁路运输状况及应采取的对策。为了保证识别和排查的精确性,选择关键子环节作为故障模式,在进行风险识别时,所获得的结果就

是每个关键子环节的故障模式^[7]。若输出为“正常状态”,说明目前的铁路运输状况良好,无危险或潜在危险;如果输出的是“故障状态”,则意味着在铁路运输的时候,有一个重要的环节出现了问题,存在着安全隐患,必须立即进行检查,以消除隐患。在确定风险发生的关键子环节,由有关部门要对风险进行分析、检测,以找出风险、及时采取措施以排除险情^[8]。为向运输相关环节风险进行更准确的排查,对模型输出结果的风险危机程度进行量化,并针对危机程度最严重的问题进行相关环节排查。在这一过程中风险危机程度的量化数值可通过下述公式计算得出:

$$P = \sum_{i=1}^n (S_n - E_n)(1+i)^{-i} \quad (5)$$

公式中, P 表示风险危机程度量化结果; S_n 表示某一关键子环节的识别模型输出结果; E_n 表示另一个与 S_n 比较的关键子环节识别模型输出结果; i 表示对应安全法风险因素存在会造成的直接或间接损失量化结果。根据上述论述,得出所有识别模型输出结果的风险危机程度量化取值,按照取值从大到小的顺序确定各个模型输出结果的排查优先级,在排查后根据排查结果确定安全风险因子,并对相应环节加以处置。

4 对比实验

结合本文上述论述,为实现对基于灰色预测的风险识别方法应用可行性的检验,并进一步得出该方法与其他现有识别方法相比具备的优势,开展下述对比实验研究。实验过程中,选择将本文基于灰色预测的识别方法作为实验组,将基于神经网络的识别方法作为对照I组,将基于随机森林的识别方法作为对照II组。以某铁路运输企业为依托,获取该企业某一铁路运输线路上某一时间段内的运输数据,并将其作为实验数据。将所有实验数据集成为一个数据集,其中包含了运输起始时间、运输结束时间、运输货物量以及对运

输安全可能造成影响的多种因素相关数据。分别利用三种识别方法对数据集中包含了5组运输路径上可能会发生的安全风险进行识别,并将识别结果与实际情况进行对比。从获取到的相关资料中得出,提取到的5组运输路径中,包含路径1、路径2、路径3、路径4、和路径5,其中路径1、路径2和路径4都出现了安全风险事故问题,具体出现的环节分别为仓储保管环节、装卸环节以及途中交接环节。表1为铁路运输中可能出现安全风险事故的环节与对应编号。

表1 铁路运输出现安全风险事故的环节与对应编号

序号	安全风险事故发生环节	编号
(1)	运输业务办理环节	U1
(2)	货物包装环节	U2
(3)	货物仓储保管环节	U3
(4)	货物装卸环节	U4
(5)	货物运输途中交接环节	U5
(6)	障碍处理环节	U6

在此基础上,完成三种识别方法的安全风险识别。

表2中记录了三种识别方法的识别结果,其中包含是否识别出安全风险,以及若存在安全风险,安全风险出现的具体环节。

表2 三种识别方法识别结果记录表

运输路径	实验组识别结果		对照I组识别结果		对照II组识别结果	
	是否存在安全风险	安全风险出现环节	是否存在安全风险	安全风险出现环节	是否存在安全风险	安全风险出现环节
路径1	是	U ₃	否	—	是	U ₃
路径2	是	U ₄	否	—	是	U ₄
路径3	否	—	否	—	是	U ₅
路径4	是	U ₅	是	U ₄	是	U ₆
路径5	否	—	否	—	否	—

结合上述三种识别方法得出的识别结果可以看出,对照I组识别方法对路径3~路径5的是否存在安全风险给出了正确的识别结果,但识别出的具体环节不正确。对照II组识别方法对路径1、路径2和路径4、路径5的是否存在安全风险给出了正确的识别结果,且路径1和路径2正确识别出了安全风险存在的具体环节,但其他路径识别不正确。只有实验组识别方法得出的识别结果与上述获取到的该铁路运输企业资料中

所示信息一致,实现了对5条运输路径安全风险的正确识别。因此,通过上述对比实验得出的结果能够证明,将本文提出的基于灰色预测的识别方法应用到实际铁路运输安全风险识别当中,与其他现有识别方法相比,具备更高的识别准确性和识别精度,值得广泛推广和使用。

5 结语

通过本文论述,在引入灰色预测的基础上,提出了一种新的风险识别方法,并结合实验的形式实现了对这一方法的应用可行性验证。然而由于铁路运输的复杂性和关联性,在确定安全风险因子的存在后,必须考虑到危险源的存在,明确危险源对各个环节的影响,从而对铁路运输的安全、顺利进行产生的不利影响进行具体分析。安全风险因子与安全隐患就是从这种联系和影响之中产生的。因此,在接下来的研究工作中还将进一步寻找关键子环节与各个危险源之间的关联性,并在进行风险识别的基础上对关联最大的危险源进行排查,消除隐患,以此充分发挥风险识别方法的应用作用,更好地保障安全风险识别的全面性和准确性,实现对事故的预判、预防和交通安全的保障。

参考文献:

- [1] 胡俊南,王振涛,杜思远.全息视角下铁路运输企业“四阶四维一体化”风险债权管控体系研究[J].铁道运输与经济,2022,44(10):77-84.
- [2] 叶清贫.铁路货运中心危险货物运输安全问题及对策分析——评《铁路危险货物运输与安全》[J].安全与环境学报,2021,21(05):2353-2354.
- [3] 曾榜荣,任志伟,郑昊迪,等.高速铁路长大坡道设置对列车运行安全与线路运输能力的影响[J].铁道建筑,2021,61(10):144-148.
- [4] 王栋.高瓦斯隧道非防爆无轨运输风险防控技术探讨与应用——以渝黔铁路天坪隧道工程为例[J].隧道建设(中英文),2021,41(09):1577-1584.
- [5] 刘金芳,向万里.基于熵权法——突变理论的铁路危险品运输系统安全评价[J].青海交通科技,2021,33(04):19-26,45.
- [6] 韩梅,吴珊,常青,等.基于事故树和模糊贝叶斯网络的铁路超限货物运输风险评估[J].铁道学报,2021,43(05):9-17.
- [7] 张玥,帅斌,尹德志,等.基于STAMP-ISM的铁路危险品运输系统风险-事故分析方法[J].中国安全生产科学技术,2020,16(09):147-153.
- [8] 武伟.浅析化工危险品在铁路运输中的安全风险分析和对策思考[J].当代化工研究,2022(18):9-11.