文章编号：2097-5899(2026)05-0052-09　　**中图分类号**：U292　**标识码**：A
DOI：10.16669/j.cnki.issn.2097-5899.202503130003
引用格式：王志杰，刘晨辉. 铁路车务防洪安全风险分析与应用[J]. 铁路物流，2026，44(5)：52-60.
WANG Zhijie，LIU Chenhui. Analysis and Application of Flood Control Safety Risks in Railway Traffic[J]. Railway Logistics，2026，44(5)：52-60.

铁路车务防洪安全风险分析与应用

王志杰[1,2]，刘晨辉[2]

(1. 昆明理工大学 交通工程学院，云南 昆明　650500；2. 中国铁路西安局集团有限公司 宝鸡车务段，陕西 宝鸡　721000)

摘　要：铁路网地理气候环境复杂多变，尤其汛期强降雨对列车正常运行秩序造成严重干扰，对铁路车务防洪安全风险应对提出更高要求。采用鱼骨图分析法，利用5M1E管理工具对防洪安全风险进行系统识别，并应用概率危险性评估模型$P=g(R, L)$，对风险事件进行定量评价，得到四级防洪安全风险评价矩阵，对识别出的防洪安全风险项点进行分级管控。为应对汛期各类风险事件对车务行车组织造成的影响，提出风险排查治理、行车调度应对、客运服务调节和紧急事件应对4个方面的风险评估应对策略，构建了覆盖列车调度员、车站值班员、司机、设备管理单位和站段指挥中心等角色的雨量三级警戒处置流程，提出了车务四级预警响应启动时限和管理要求，为铁路车务站段防洪工作提供参考。

关键词：防洪安全；定量评价；分级管控；行车组织；三级警戒

0　引言

铁路安全风险，是指在未来时间内，运输生产中出现安全后果的可能性，或可能发生铁路交通事故或产生人身伤害、财产损失等的代价。铁路安全风险被细分为6大类，包括行车安全、劳动安全、环境保护、施工管理、防洪安全及综合性安全。尤为值得注意的是，防洪在运输安全保障体系中占据了显著的风险比例，亟需一种精细且定向的安全风险识别、评估及解析机制，以确立有效管控策略。此外，该体系还需具备灵活性，能依据现场情况动态优化与调整防洪安全管理策略，展现出持续改进与创新的特性。

近年来，学者们围绕“行车安全风险”问题开展了大量研究。在定量分析方面，王道孝[1]研究分析了车务段的安全管理模式与实施的具体方法。康悦[2]通过分析研究动车所施工过程中的风险因素，建立动车所施工风险管控体系。李少博[3]从系统、人本、预防原理等理论入手，设计了D电力公司安全生产风险管理体系。Alhassani等[4]探讨了安全生产风险的管理流程，涵盖识别、解析、应对、调控及反馈等关键环节，并对安全生产风险管理系统架构与实际操作策略展开了深入讨论。

在确保铁路安全的风险评估领域，Peng等[5]提出了一种运用时间依赖型故障树模型来量化铁路运输风险的手段。Chang等[6]通过综合考察环境因素、设施状态、管理模式、旅客行为及历史事故五大维度，创新性地设计了一套融合型信念规则库(BRB)驱动的安全评估框架，旨在更全面、系统地识别安全隐患。文腾[7]对北京地铁13号线运营安全风险的评估采用了组合赋权法和模糊评价法。曲微[8]采取了事故树分析法来评估风险，用于剖析2013年度全国铁路车务典型事故案例。王峰[9]通过贝叶斯网络模型来评测车辆在各路段的行驶安全性。周志军[10]利用头脑风暴法研究营业线施工安全问题，归纳梳理风险因素74条。张辉[11]结合动态步长推进方法，识别了铁路沿线外部环境安全风险。张铁钢[12]提出“风险管理评价＋风险预警＋综合分析”的铁路货运安全大数据功能架构，探讨铁路货运安全风险评价功能、货运关键项点安全风险预警功能。

收稿日期：2025-03-13　**修订日期**：2026-02-13

在铁路防洪管理研究方面，薛多辉[13]探讨了铁路防洪工作的紧迫性与面临的挑战，深入剖析了当前铁路洪水管理信息化平台的应用状况，提出了对铁路洪水预警信息化体系进行改进的创新策略。闫立新[14]针对高速铁路、普速铁路提出了一系列提升防洪安全的办法。毕云鹏[15]深入探究了铁路防洪管理的实际操作与经验，提出了具有前瞻性和实操性的改进建议。郑旺[16]解析了防洪工作的系统化规范，包括雨量数据的汇集、降水天气的预报警机制、关键防汛区域的巡视，以及应急响应的全天候待命策略。马兴良[17]针对提升铁路防洪管理效能展开了深入探讨，阐述了具体应对策略。郭凯生[18]从应急处置、联防联控机制、新技术应用、防洪预案、水害后运输秩序恢复等方面探讨研究新形势下防洪对策。

铁路安全风险评估及控制策略的相关研究，主要聚焦于铁路运营企业的全面安全风险管理体系构建，但安全风险管理的难点，诸如风险管理过于宽泛、风险辨识欠精确、控制措施缺乏细化、未将风险管控实践深植至一线职工及基层岗位层面，尚未得到深入研究解决，安全风险评估仍存在模糊性，映射出当前安全管理在整体上仍亟待完善。特别地，汛期防洪工作面临着严峻挑战，不仅因其周期绵长，更在于突发性的降雨限速指令、水害事件等大幅扰乱既定的列车运行秩序，而铁路防洪管理的深入探索仍旧匮乏。鉴于此，对于防洪风险，迫切需求开展细致的风险辨识、评估、解析工作，并依此定制实施有效的控制策略，以强化风险管理的针对性与实用性。

研究需要解决铁路车务防洪安全风险分析与应用问题，对铁路车务站段行车和防洪风险点进行识别，然后构建风险评估模型，对各风险项点进行评价分析，针对不同的风险点划分不同的风险等级，制定有效管控措施和应对方法。研究构建了三级警戒及四级响应启动机制，有效防控降雨对铁路行车组织的影响。

1　防洪安全风险识别与评估标准

利用鱼骨图分析法结合5M1E(人、机、料、法、环、测)管理工具对车务站段防洪安全风险进行识别，再对各个节点进行综合评估分析，查找车务站段的行车和防洪安全风险项点，然后构建风险评估模型，运用故障树和事件树对风险点进行原因分析和结果分析。

1.1　风险识别

作为铁路运输基层作业与安全管理的核心环节，车务站段面临着复杂多变的环境和技术挑战。为有效应对这一局面，采取了若干实践性强的风险辨识策略，诸如综合运用德尔菲法、因果图析、鱼骨图分析以及5why分析法(5问法)等手段，并紧密贴合车务站段实际作业特性。具体实施中，侧重应用鱼骨图剖析法，结合5M1E管理模式，融入头脑风暴与德尔菲专家意见征求，系统化挖掘防洪安全风险因素，多维度展开风险点排查。

通过深度剖析各类潜在风险项点，本研究从5M1E(人员、设备、管理、环境、方法、测量)六大核心维度进行风险评估，构建车务站段防洪安全风险识别图如图1所示。

对鱼骨图的各个末端节点展开综合性评估，组织车务、机务、工务、电务、供电等各部门专业人员进行梳理分析，明确车务站段防洪安全风险项点如表1所示。

1.2　防洪安全风险评估标准

铁路车务部门的防洪安全风险评估，旨在分析风险项点出现的可能性及该项点出现对车务行车组织可能造成的影响。依据风险评估模型$P=g(R, L)$，可对

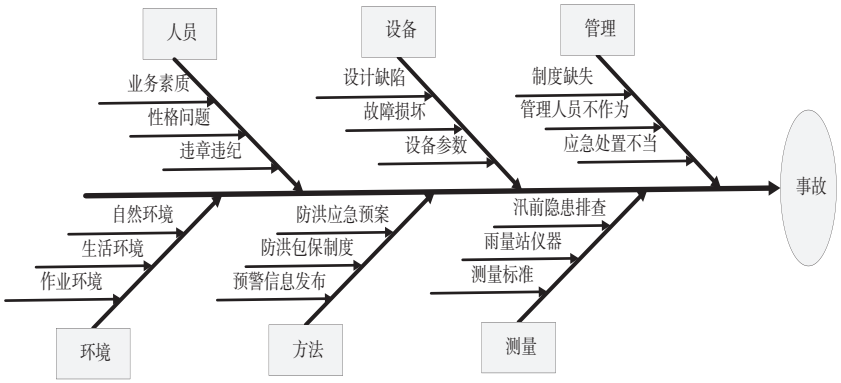


图1　车务站段防洪安全风险识别图

Fig.1　Flood control safety risk identification diagram of railway traffic station and depot

表1　车务站段防洪安全风险项点

Tab.1　Flood control safety risk items in railway traffic station and depot

序号	风险名称	风险项点
1	行车安全	危树清理不到位
2	行车安全	新职值班员对防洪应急处置掌握运用不到位
3	行车安全	车站信息上报不及时
4	行车安全	车站处置不果断
5	防洪安全	车站未按照要求开展防洪演练
6	防洪安全	管理人员不按照规定时间返站
7	防洪安全	防洪预案修订不及时
8	防洪安全	防洪安全包保不到位
9	防洪安全	防洪预警信息发布不及时
10	防洪安全	防洪备料装卸组织不到位
11	防洪安全	防洪备品不充分

各风险事件量化评估，R代表风险事件发生的概率，L代表某风险事件发生造成的严重度。运用故障树分析法(FTA)分析造成风险事件的因素，车务站段防洪安全风险评估分析图如图2所示。运用事件树分析法(ETA)，以“暴雨引发铁路水害”风险实例分析可能产生的后果，事件树分析法(ETA)举例如图3所示。

图2中，T为铁路车务防洪安全事故，$T=A_1+A_2+A_3$；A_1为行车组织失误，$A_1=B_{11}+B_{12}+B_{13}+B_{14}$；$A_2$为现场防洪处置不当，$A_2=B_{21}+B_{22}+B_{23}+B_{24}+B_{25}$；$A_3$为外部灾害超出防控能力，$A_3=B_{31}+B_{32}+B_{33}+B_{34}$；$B_{11}$为调度命令错误/漏发，$B_{11}=C_{111}\cdot C_{112}\cdot C_{113}$；$B_{12}$为接发列车程序违规；$B_{13}$为限速/封锁命令执行不到位；$B_{14}$为信息传递不及时、不准确；$B_{21}$为巡查不到位、漏巡、巡而不查，$B_{21}=C_{211}\cdot C_{212}\cdot C_{213}$；$B_{22}$为险情发现不及时；$B_{23}$为应急处置流程不熟悉；$B_{24}$为防洪备品不足/失效，$B_{24}=C_{241}+C_{242}+C_{243}$；$B_{25}$为现场防护设置不规范；$B_{31}$为强降雨/特大暴雨；$B_{32}$为山洪、泥石流、滑坡；$B_{33}$为路基冲空、道床流失；$B_{34}$为桥涵堵塞、排水不畅，$B_{34}=C_{341}\cdot C_{342}\cdot C_{343}$；$C_{111}$为值班人员注意力不集中；$C_{112}$为防洪预案不熟悉；$C_{113}$为天气信息未及时掌握；$B_{21}$为巡查不到位；$C_{211}$为巡查制度执行不严；$C_{212}$为人员责任心不强；$C_{213}$为夜间/恶劣天气巡查缺失；$C_{241}$为物资储备不足；$C_{242}$为备品未定期检查；$C_{243}$为应急工具损坏无法使用；$C_{341}$为日常清淤不及时；$C_{342}$为排水设施老化损坏；$C_{343}$为杂物、垃圾堵塞排水口。

2　构建防洪风险评估模型

根据风险事件发生的概率，将其划分为5个风险等级：一级(高度频繁)、二级(存在可能)、三级(偶然事件)、四级(极少发生)、五级(理论上不会)，并对各风险等级由高到低进行赋值，站段防洪风险事件发生概率如表2所示。

根据风险事件造成的行车后果，将其划分为4个等级：Ⅰ级(行车事故)、Ⅱ级(直接危及行车安全)、Ⅲ级(行车安全存在隐患)、Ⅳ级(不影响行车安全)，并对造成的行车后果严重度由高到低进行赋值，风险严重程度和后果如表3所示。

由风险事件发生的概率(R)与风险事件造成的行车

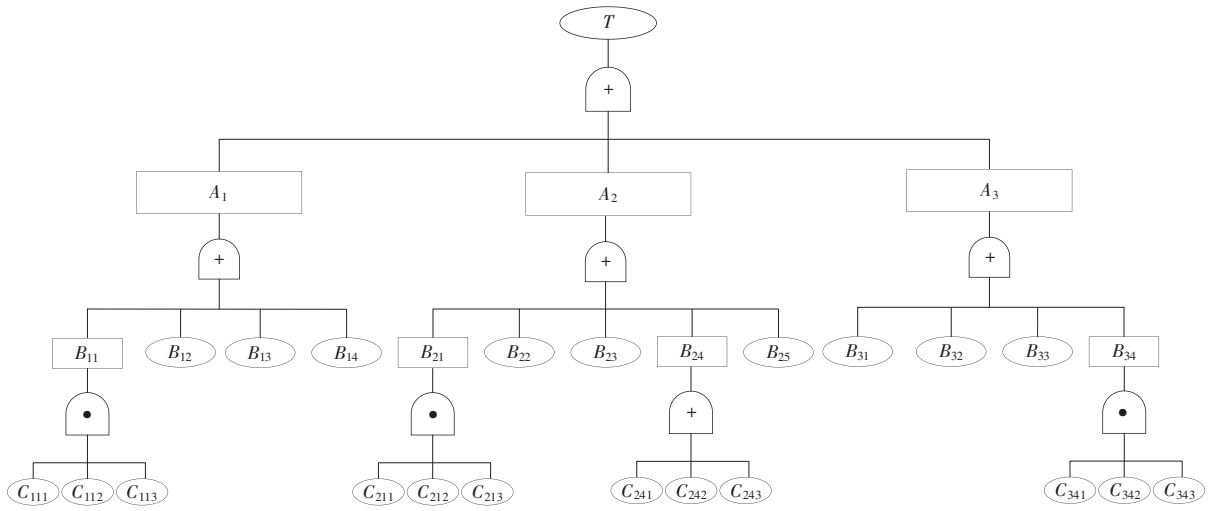


图2　车务站段防洪安全风险评估分析图

Fig.2　Flood control safety risk assessment and analysis diagram of railway traffic station and depot

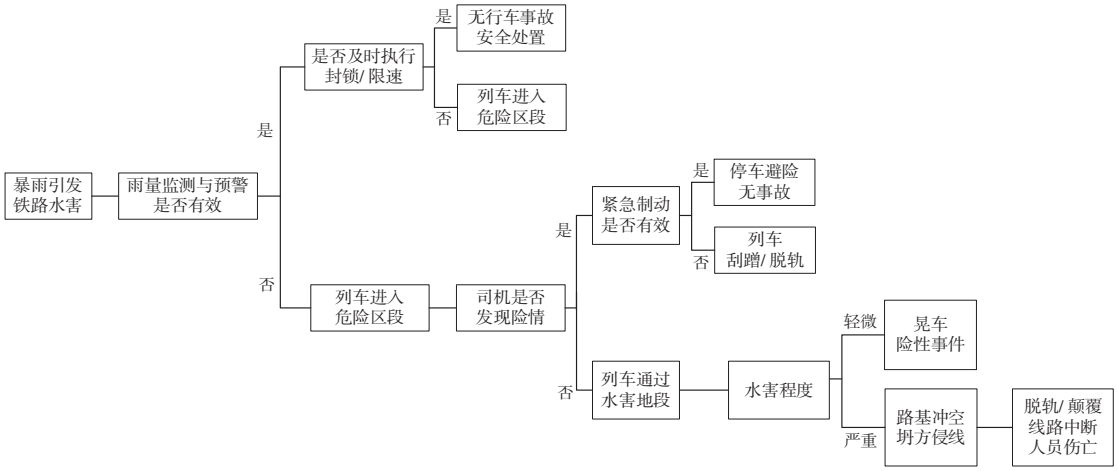


图3　事件树分析法(ETA)举例

Fig.3　Example of event tree analysis (ETA)

表2　站段防洪风险事件发生概率

Tab.2　Occurrence probability of flood control risk events in railway traffic station and depot

具体描述	概率	等级	赋值
事件高度频繁出现	高度频繁	一级	9
事件出现存在很大可能性	存在可能	二级	7
事件出现存在偶然性	偶然事件	三级	5
事件基本不会出现	极少发生	四级	3
不会出现或假定不会出现	理论上不会	五级	1

表3　风险严重程度和后果

Tab.3　Severity and consequences of risks

事件具体描述	严重程度	可能造成后果	标识符	赋值
Ⅰ级事件发生	后果不可容忍	行车事故	Ⅰ	100
Ⅱ级事件发生	后果一定程度不可容忍	直接危及行车安全	Ⅱ	70
Ⅲ级事件发生	可容忍后果	行车安全存在隐患	Ⅲ	50
Ⅳ级事件发生	后果可忽视	不影响行车安全	Ⅳ	10

后果(L)的乘积，得到安全风险数值表如表4所示。

基于概率和后果的量化评估，将其造成的风险由高到低划分为4个层级：重大风险、较大风险、一般风险和低风险。

具体标准如下：当乘积大于等于500时，界定为重大风险；当乘积大于等于300小于500时，界定为较大风险；当乘积大于等于90小于300时，界定为一般风险；当乘积小于90时，界定为低风险。得到安全风险评价矩阵如表5所示。

表4　安全风险数值表

Tab.4　Numerical table of safety risks

后果概率性	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ
一级	900	630	450	90
二级	700	490	350	70
三级	500	350	250	50
四级	300	210	150	30
五级	100	70	50	10

表5　安全风险评价矩阵

Tab.5　Safety risk assessment matrix

后果概率性	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ
一级	重大风险	重大风险	较大风险	一般风险
二级	重大风险	较大风险	较大风险	低风险
三级	重大风险	较大风险	一般风险	低风险
四级	较大风险	一般风险	一般风险	低风险
五级	一般风险	低风险	低风险	低风险

在构建数据模型相应矩阵之后，由具备专业知识的专家对提取出的风险要素进行系统分类与深入剖析，以此为基点得出细致的评估结论。此结论需进一步与专业人员及一线操作人员展开研讨，以确保评估结果的全面性和实用性。通过现场实证反复校验并优化流程，从而精准划定风险层级。随后，将车务站段行车作业潜在风险细分为重大、较大、一般及低4个梯度，每个类别下的风险因子均需经过严谨归纳与解析，从而定制出针对性的管理策略，确保每项风险均有对应的预防与应对机制。

3　防洪风险评估分析

依据所构建的防洪风险评估模型，组织车务专业人员对各风险项点发生的概率性和造成的后果进行分析判定，得到不同风险项点对应的风险等级，风险等级评估表如表6所示。

表6　风险等级评估表

Tab.6　Risk grade evaluation table

序号	风险类别	风险项点	概率性	造成的后果	风险等级
1	行车安全	危树清理不到位	一级	Ⅰ	重大风险
2		新职值班员对防洪应急处置掌握运用不到位	二级	Ⅱ	较大风险
3		车站信息上报不及时	四级	Ⅲ	一般风险
4		车站处置不果断	三级	Ⅱ	较大风险
5	防洪安全	车站未按照要求开展防洪演练	四级	Ⅱ	一般风险
6		管理人员不按照规定时间返站	五级	Ⅲ	低风险
7		防洪预案修订不及时	二级	Ⅱ	较大风险
8		防洪安全包保不到位	五级	Ⅳ	低风险
9		防洪预警信息发布不及时	四级	Ⅲ	一般风险
10		防洪备料装卸组织不到位	三级	Ⅱ	较大风险
11		防洪备品不充分	五级	Ⅲ	低风险

经过评估分析，车务站段汛期防洪安全风险含重大风险1项、较大风险4项、一般风险3项、低风险3项，一般风险和低风险在车务站段可能对行车造成的影响不大，但对于重大风险和较大风险，车务站段需要制定有效管控策略进行重点防控，力争其对车务行车组织的影响降至最低。

4　防洪安全风险评估与应对策略

通过系统梳理各类防洪安全风险项点的风险等级，有助于有效应对汛期各类风险事件对车务行车组织造成的影响，特别是为确保旅客列车安全正点，车务站段需要从风险排查治理、行车调度应对、客运服务调节和紧急事件应对4个方面进行风险应对。

（1）风险隐患排查。深入推进防洪潜在风险排查工作，着重关注重大及较大风险，强化车站和线路核心地段的监控与隐患排查精度，严控风险源，实行动态跟踪隐患处理进程，保证隐患排查实效。对于排查出的设施隐患，迅速协调相关管理部门予以整治；若立即整治不可行，则协同制定严密的临时安全管理方案，确保汛期行车安全。

实践应用：汛前车务站段牵头组织车务、机务、工务、电务、供电等各部门进行汛前隐患排查，将可能发生的灾害细分为排水不良、风化剥落、边坡溜坍、边坡垮塌、路基下沉、挡护裂损、山体落实、河岸冲刷、涵渠堵塞、水漫线路、泥石流等，将排查出的防洪重点地点由重度到轻度划分为Ⅰ，Ⅱ，Ⅲ级，Ⅰ级采取异物侵线监测预警和24小时看守，Ⅱ级采取临时看守，Ⅲ级采取雨中巡查的保安措施。

（2）行车调度应对。①向封锁区间开行路用、救援列车时，重点卡控进路准备、道岔加锁、凭证交递各项作业环节。②特殊情况发出列车需退回原发车站时，严格遵循《铁路技术管理规程》及《行车组织规则》指导行车操作。③遇必须向有车股道接车时，派遣经验丰富的工作人员乘搭机车引导接车。④由于水灾或其他原因需临时设线路所时，沿线站点与临时线路所必须紧密协作，按规定流程组织列车进出。⑤因双线之一线水害中断，根据本区段设备现状，组织列车反方向运行。

实践应用：2024年7月8日5时04分防洪重点地点看守人员发现某线某段上行线某站内某隧道东洞口落石，危及行车安全，工务请求封锁该线上行线该站内至某站间100 m线路，列车调度员立即发布调度命令对落石地点前后各加50 m范围进行封锁，该站立即拦停某次列车站内停车，对后续6列调整列车运行图至后方站停车，1列由列车调度员发布调度命令在其他区段利用下行线反方向运行。

（3）客运服务调节。制定详尽的应急预案，强降雨致使列车停于非客运站时，优先确保乘客留于车内，车站及时提供生活保障用品。遭遇水害，快速部署停运、折返或绕行措施，并通过各车站发布信息，提供便捷退票服务，确保依据调度命令高效运作旅客运输。

实践应用：汛期车务站段根据所排查的隐患风险等级，确定旅客列车禁停区段和车站禁行股道，综合考虑车站设施与布局、车站旅客服务设施、安全与应急管理、车站与其他交通衔接等因素，确定汛期旅客列车适宜停靠的车站，且要求车站与邻近超市签订食品供应协议。

（4）紧急事件应对。①根据站区实际情况储备一支综合素质较高的防洪应急队伍，确保发生紧急情况后能够第一时间赶赴抢险现场。②接到暴雨预警信息或上级要求时，立即启动相应的应急预案，按规定程序做好应急响应。③行车调度指挥人员在接到突发恶劣天气预报预警、遇到突发恶劣天气或情况不明等紧急情况时，坚持将“安全性”摆在首位，果断采取拦车、停车及扣车等安全行车措施，确保旅客与铁路运营的安全稳定。

实践应用：2024年5月10日18时09分某车站值班员接到某次列车司机汇报，某区段上行线某位置处有倒树侵线，车站值班员立即拦停上行另一列列车，立即通知工务进行处理，避免了行车事故的发生。车务站段制定三级雨量警戒和四级防洪预警响应机制，并与工务、电务、供电、通信等单位干部职工成立站区防洪防汛抢险救援队，确保汛期行车安全和旅客安全。

5　防洪雨量警戒与预警机制

依据雨量值，制定雨量三级警戒处置流程，包括出巡警戒、限速警戒和封锁警戒，封锁警戒又分为旅客列车封锁警戒与货物列车封锁警戒，旅客列车警戒值较货物列车更低。此外，绘制了雨量三级警戒处置流程图，确保各环节沟通顺畅，包括列车调度员、车站值班员、列车司机、设备管理单位以及站段指挥中心等角色。

5.1　雨量三级警戒

秉持“超前防、主动避、有效抢”防洪管理原则，实施“全员防洪、全年防洪、科学防洪”的防洪策略，依据降雨强度等级，自低到高构建降雨量达出巡、限速、封锁三级警戒预警体系。降雨量达出巡警戒响应流程如图4所示，降雨量达限速警戒响应流程如图5所示，降雨量达旅客列车封锁警戒响应流程如图6所示，降雨量达货物列车封锁警戒响应流程如图7所示。

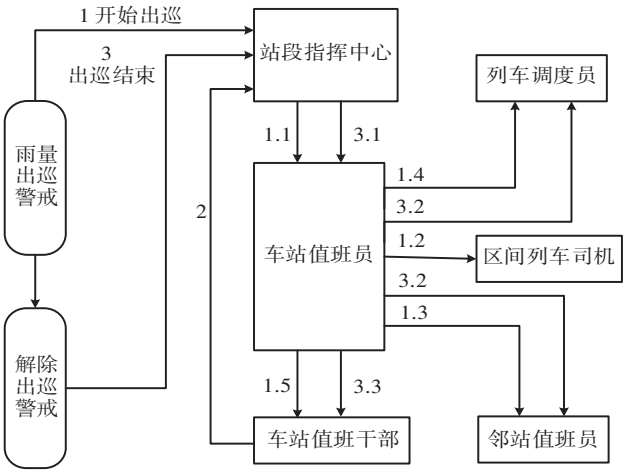


图4　降雨量达出巡警戒响应流程

Fig.4　Response process for patrol warning upon reaching rainfall threshold

5.2　防洪四级预警响应机制

结合气象预报中的暴雨预警信息，车务站段实施四级防洪预警响应机制，按照紧急程度从高至低设定为四级，标记为Ⅰ，Ⅱ，Ⅲ，Ⅳ级，每级响应都设定了明确的启动时限，车务站段值班管理人员需高效反馈并传达雨量相关信息，同时确保人力、设备及机械化力量处于随时待命状态，以快速应对潜在的自然灾害，车站防洪四级预警响应启动流程图如图8所示，体现了预防为主、防治结合的管理理念。

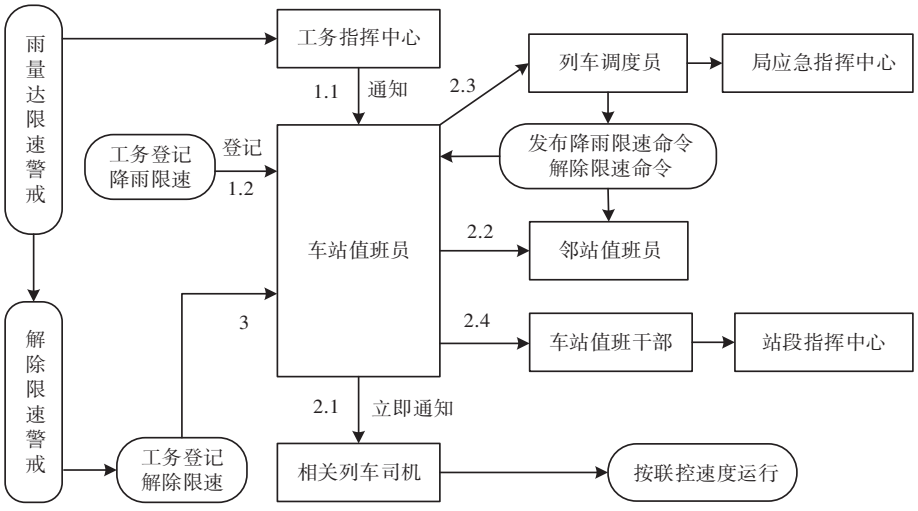


图5　降雨量达限速警戒响应流程

Fig.5　Response process for speed limit warning upon reaching rainfall threshold

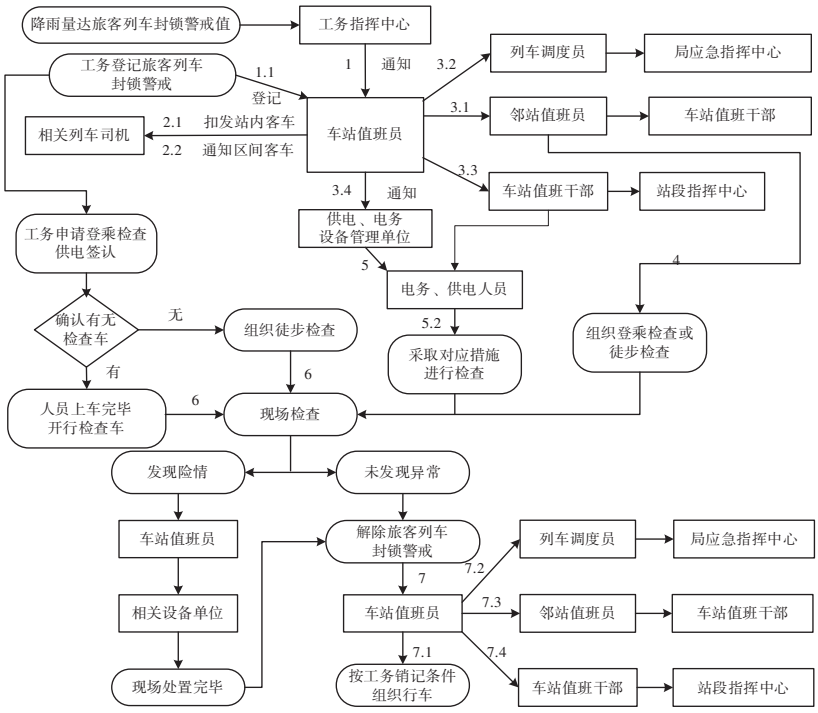


图6　降雨量达旅客列车封锁警戒响应流程

Fig.6　Response process for passenger train blockade warning upon reaching rainfall threshold

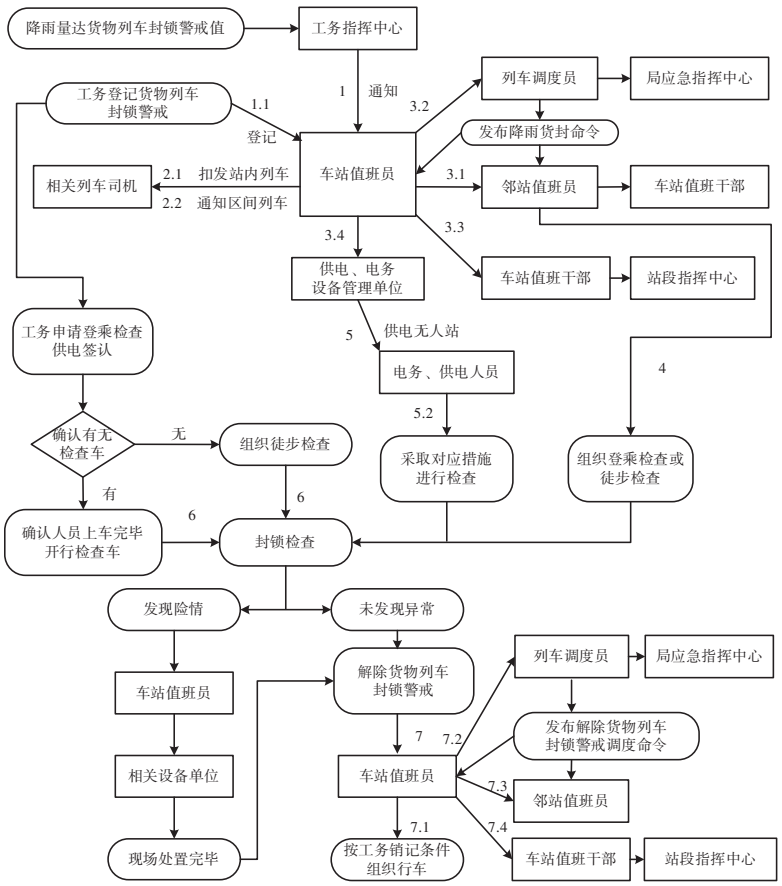


图7　降雨量达货物列车封锁警戒响应流程

Fig.7　Response process for freight train blockade warning upon reaching rainfall threshold

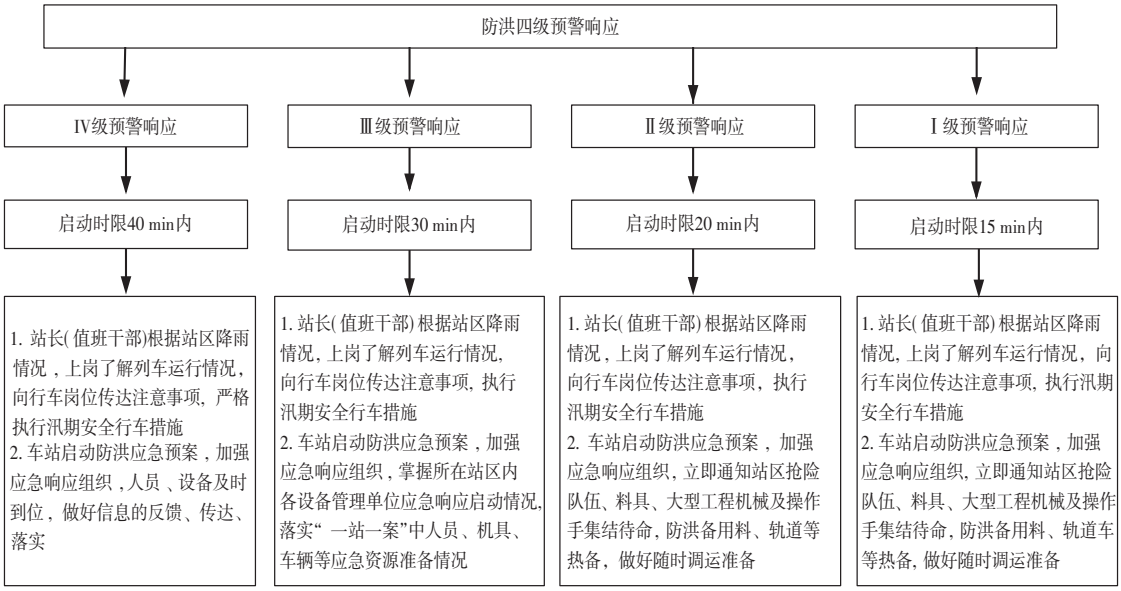


图 8　车站防洪四级预警响应启动流程图

Fig.8　Start-up flow chart of four-level early warning response for station flood control

6　结束语

采用鱼骨图分析法，从人、机、料、法、环、测 6 个方面系统分析汛期可能造成行车事故的风险因素，并应用概率危险性评估模型 $P=g(R, L)$，基于概率和后果的量化评估，将风险分为重大风险、较大风险、一般风险和低风险 4 个等级，建立了安全风险评估矩阵。为应对汛期各类风险事件对车务行车组织造成的影响，从风险排查治理、行车调度应对、客运服务调节和紧急事件应对 4 个方面提出防洪风险评估分析及应对策略；建立了雨量三级警戒及防洪四级预警响应机制，形成一套从调度指挥到现场作业全覆盖的处置流程，旨在实现前瞻防范、主动规避和高效应对相结合的立体化防洪管理策略。

参考文献：

[1] 王道孝 . 铁路车务段行车安全风险管理研究[D]. 北京：中国铁道科学研究院，2019.

[2] 康　悦 . A 动车所项目施工阶段风险管理体系研究[D]. 北京：北京交通大学，2020.

[3] 李少博 . D 电力公司安全生产风险管理体系建设研究[D]. 昆明：昆明理工大学，2021.

[4] ALHASSANI S. The Impact of Project Risk Management Strategies, Group Innovative Performance, and Latent Tensions on Project Conflict Manifestations within Engineering and IT Firms in the UAE[J]. IJITEE, 2019(8)：431−438.

[5] PENG Z G，LU Y，MILLER A，et al. Risk Assessment of Railway Transportation Systems Using Timed Fault Trees[J]. Quality and Reliability Engineering International，2016，32(1)：181−194.

[6] CHANG L L，DONG W，YANG J B，et al. Hybrid Belief Rule Base for Regional Railway Safety Assessment with Data and Knowledge under Uncertainty[J]. Information Sciences，2020，518：376−395.

[7] 文　腾 . 城市轨道交通运营安全风险评估研究[D]. 北京：北京交通大学，2021.

[8] 曲　微 . 基于事故案例分析的铁路行车安全评价[D]. 大连：大连交通大学，2014.

[9] 王　峰 . 车务段行车组织工作安全风险建模及评估分析[D]. 南昌：华东交通大学，2020.

[10] 周志军 . 铁路车站营业线施工安全风险管控对策研究[D]. 北京：中国铁道科学研究院，2021.

[11] 张　辉 . 铁路沿线外部环境安全风险识别与评估[J]. 中国新技术新产品，2023(18)：146−148.

[12] 张铁钢 . 铁路货运安全大数据功能设计研究[J]. 铁道货运，2019，37(10)：6−10.
ZHANG Tiegang. A Study on the Function Structure of the Big Data on Railway Freight Transport Safety[J]. Railway Freight Transport，2019，37(10)：6−10.

[13] 薛多辉 . 铁路防洪信息化系统现状分析[J]. 中小企业管理与科技(中旬刊)，2021(11)：97−99.
XUE Duohui. Analysis of the Current Situation of Railway Flood Control Informatization System[J]. Management & Technology of SME，2021(11)：97−99.

[14] 闫立新 . 高速铁路防洪工作措施及建议[J]. 甘肃科技，2018，34(13)：48−49.

[15] 毕云鹏 . 做好铁路防洪管理工作的实践与思考[J]. 中外企业家，2018(2)：224.

[16] 郑　旺. 对做好大秦铁路防洪工作的思考[J]. 山西建筑，2017，43(9)：236-237.
ZHENG Wang. Consideration on Da-Qin Railway Flood Preventing[J]. Shanxi Architecture，2017，43(9)：236-237.
[17] 马兴良. 关于做好铁路防洪管理工作的实践与思考[J]. 江西建材，2015(7)：164.
[18] 郭凯生. 铁路防洪防汛对运输的影响及对策研究[J]. 铁道货运，2023，41(6)：37-42.
GUO Kaisheng. Impact of Railway Flood Control on Transportation and Its Countermeasures[J]. Railway Freight Transport，2023，41(6)：37-42.

（责任编辑：魏　然）

Analysis and Application of Flood Control Safety Risks in Railway Traffic

WANG Zhijie[1,2]，LIU Chenhui[2]

(1. School of Transportation Engineering，Kunming University of Science and Technology，Kunming 650500，Yunnan，China；
2. Baoji Train Depot，China Railway Xi'an Group Co.，Ltd.，Baoji 721000，Shaanxi，China)

Abstract: The geographical and climatic environment of the railway network is complex and changeable. Especially during the flood season, heavy rainfall causes serious interference to the normal operation order of trains, which puts forward higher requirements for the response to flood control safety risks in railway traffic. The fishbone diagram analysis method was adopted, and the 5M1E management tool was utilized to systematically identify flood control safety risks. The probability risk assessment model $P=g(R, L)$ was applied to quantitatively evaluate risk events, and a four-level flood control safety risk assessment matrix was obtained to classify and control the identified flood control safety risk items. To deal with the impact of various risk events on railway traffic organization during the flood season, risk assessment response strategies in four aspects were proposed, including risk investigation and governance, traffic dispatching response, passenger service adjustment, and emergency event response. A three-level rainfall warning and handling process covering roles such as train dispatchers, station duty officers, drivers, equipment management units, and station and depot command centers was constructed. The start time limit and management requirements for the four-level early warning response of railway traffic were proposed. This paper provides a reference for the flood control work of railway traffic stations and depots.

Keywords: Flood Control Safety; Quantitative Evaluation; Hierarchical Control; Railway Traffic Organization; Three-Level Warning