

铁路运输灾害预防前沿技术研究发展综述

张晓玲, 赵晓菲, 王 政

(郑州铁路职业技术学院运输管理系, 河南 郑州 451460)

摘要: 现阶段, 随着经济的不断发展, 交通出行方式越发趋向于多样化。不同的运输方式中铁路因其价格、运量等优势有着不可或缺的地位; 但自然灾害的不确定性是制约其发展的一个重要因素, 我国现有的模式基本为在灾害发生之后进行援救以及防范, 本文主要针对灾害发生之前的预防研究进行归纳总结; 通过对灾害分类、目前广泛采用的技术分析及部分先进概念阶段的技术(如北斗导航定位技术、数字孪生体、遥感影像和无人机低空摄影技术、云计算、大数据等等)对目前铁路灾害预防现状进行分析, 为后续研究人员在铁路灾害预防技术方面提供相应的参考。

关键词: 铁路运输系统; 北斗卫星; 云计算; 大数据

中图分类号: U298

文献标识码: A

DOI: 10.12230/j.issn.2095-6657.2022.18.032

当前, 随着科技不断进步, 我国铁路事业也在迅速地发展, 铁路线路的覆盖范围越来越大。由于自然灾害具有多样性(风灾、水灾、雪灾、地震、崩塌和其他灾害等)且我国现有的灾害检测系统也多发生在灾害事故发生后发生报警的信息, 我们可以对不同的自然灾害、不同的列车进行不同方案的预防。目前我国大量的学者已经投入到对铁路沿线的灾害监测研究中。本文主要基于我国目前的科学技术水平及铁路相关设备的研发使用, 总结研究成果, 对大家认识和了解我国铁路灾害预防相关知识提供依据^[1]。

1 铁路灾害基本介绍

灾害有地质灾害、气象灾害、生态灾害以及环境灾害等多种分类^[2]。

1.1 地震

我国位于环太平洋地震带与欧亚地震带之间, 受太平洋板块、印度板块以及菲律宾板块的挤压, 地震断裂带十分的活跃, 因此我国在世界上属于地震多发的一个国家。然经研究发现, 我国的一些高速铁路所行径的部分区域是位于地震断裂带上的。

地震可能会导致发生很多不好的事情, 例如: 桥梁毁坏、地面产生裂缝、地表塌陷及隧道塌方等等; 甚至导致铁路线路中断, 从而发生列车停运、大量的旅客聚集以及货物堆积等情况。

1.2 暴雨以及洪水

暴雨对我国铁路的影响十分的显著, 且具有十分强烈的季节性, 可能会淹没以及毁坏基础设施, 诱发山体滑坡或者是泥石流, 以至于威胁到列车的安全运行。

发生强降雨所造成的暴雨洪涝以及中小河流洪水, 都可能对路基地力设施和桥梁等一些基础设施造成毁坏, 甚至轨道以及涵洞等都会被淹没。降雨不仅仅容易对铁路路基、隧道以及桥梁等一些基础设施的使用寿命造成影响, 而且如果发生水库决口、山洪暴发等情况, 该地将会成为一片汪洋, 会严重影响到列车的正常运行, 甚至可能会造成铁路停运。

1.3 异物侵限

铁路界限: 指为了更好地保证铁路运输的安全, 铁路对机车车辆和接近线路的建筑物、设备规定的一种不能逾越的轮廓尺寸线, 机车车辆在运行过程中所必须有的一个安全的空间。侵限异物(一切侵入铁路界限、妨碍铁路系统正常运行的物体)的种类非常的多, 对铁路安全造成了很大的威胁。然而往往异物侵限事件具有随机性和突发性, 事件发生的时间和地点都很难预测。

2 普铁、高铁不同技术方案对比

国际上根据所允许的最高运行时速可将线路划分为普速铁路(100—160Km/h)、快速铁路(160—200Km/h)以及高速铁路(既有线改造时 >200Km/h, 新建线路 250Km/h)

2.1 普速、高速不同之处

在国际上, 普速铁路和高速铁路不仅仅在速度上有所区别, 在其他各个地方也有不同, 例如在原理上(普铁一般采用吸流变压器—回流线供电方式, 同时这种方式也被称为 BT 供电; 然高铁则会采用自耦变压器的供电方式, 这种方式也被简称为 AT 供电)、铁路轨道(普铁一般选择采用有砟轨道; 高铁使用无砟轨道其中少部分使用有砟轨道)、动力分布、信号控制系统(普铁采用模拟信号; 然高铁则采用数字控制信号, 数字控

制信号比普通的模拟信号更加的精准以及稳定)以及定位定价等等许多不同之处。因此在对灾害进行防御时普铁和高铁也会采用不同的技术。

2.2 普速铁路所采用的技术

目前普速线路环境灾害的检测内容主要是有:危岩落石、异物侵限以及雨量等检测。在普速铁路方面上普速行车安全检测类的通信系统大多都采用实回线通信、4G 通信抑或者时光纤通信技术,在不能满足铁路在沿线偏远的地区以及在非正常环境条件的情况下,铁路采用现场实时信息以及预报预警信息的远距离传输。普速铁路一般采用光纤光栅检测、视频监控和雷达监测等技术对危岩落石等异物侵限的情况进行监测。

2.3 高速铁路所采用的技术

随着列车运行速度的不断提升和扩展密度的不断加大,同时高速铁路遇到的各种危险因素也在源源不断地增多,一旦任何一种事故的发生,都将带来不可想象的损失。例如:我国的武广高速铁路(目前正常运营速度可达 350Km/h)利用的防灾安全检测系统是由三大部分(异物侵限子系统、雨量检测子系统以及风检测子系统)组合而成的集成系统,三大中心可以将数据汇集,而数据中心之间则使用环形网络连接,各个中心都将会获得全线路段各个地方的实时监控数据,以实现数据共享,其工务段可通过相关的设备的预报预警来确认铁路沿线的行车环境是否有异常,设备是否有故障,以便可以及时有效地对设备以及沿线环境进行维护。

3 灾害预防关键技术——北斗卫星导航定位技术

3.1 北斗卫星导航定位系统的简单介绍

北斗卫星导航系统(以下部分简称为北斗系统):是中国着眼于国家的安全和经济社会的发展所需要的自主建设运行的一种全球卫星导航系统,同时北斗系统也是一种可以为全球的用户提供全天候、高精度的定位以及导航和授时服务的一种国家重要时空基础设施。北斗系统无时无刻不在为各国各地在共享北斗系统建设方面提供基础系统,同时北斗系统也积极地去促进全球卫星导航事业的蓬勃发展,北斗系统为服务全球、造福人类贡献出了属于中国的智慧和力量。同时交通运输行业也是北斗系统应用的重要领域之一,而铁路作为综合交通运输体系中的重要骨干,其认真贯彻落实国家的决策部署,积极服务国家的战略,并将持续推进北斗系统行业应用以及技术的创新攻关。

3.2 北斗卫星导航定位技术 + 应答器

本项研究选择采用北斗卫星导航定位技术,从而来实现对我国的各个铁路监测点的精准定位,我们将通过北斗卫星导航

定位技术 + 应答器对普速列车的运行状态信息进行实时及时的管控,同时能实现平战结合。在中欧班列中基于北斗的集装箱定位技术已经被展开应用,它可快速精准地实现对集装箱位置和速度等信息的监测以及异常情况的预报预警。

北斗卫星的铁路沿线自然灾害检测预警系统是由 4G/5G/北斗卫星通信、物联网、智能传感器、云计算及人工智能等多种先进的技术为一体集合而成的,其主要针对铁路沿线的危岩落石、泥石流、滑坡、桥梁变形以及岩溶洞穴塌陷等灾害进行全天候、全自动无人看守实时监测预报预警,提升其铁路运行安全监控的智能化水平,同时实现灾害预报预警的科学、及时、准确以及高效。

3.3 北斗卫星导航定位系统的应用

通过利用北斗卫星导航定位技术来设计可视化动态铁路区间线路信息系统,便可通过采集铁路沿线两侧 500 米区域内空、天、地面以及地下等各个区域的数据信息,以便建成铁路沿线“空间信息一张图”,且对整个铁路线路、周边的环境以及其设备设施进行全要素数字化建模,同时可以建立基础档案资料,充分的为铁路运营管理提供标准统一的底层信息地图,形成在虚拟三维空间上对铁路线路以及周边环境、线路两侧的设施设备的精准信息表达和映射。亦可将传统使用的静态数字铁路升级为一种动态在线、可感知以及能够虚实交互的数字孪生铁路,更好地为铁路线路的敏捷管理以及精细化安全运行提供更为完整的数据基础,杜绝人工的判断误差,降低其管理成本。如图 1 所示。

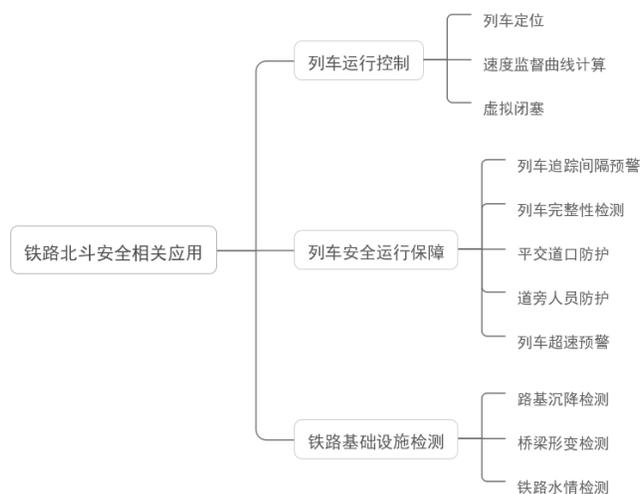


图1 北斗系统相关应用

4 铁路灾害预防前沿技术体系

4.1 北斗导航定位技术

北斗卫星导航定位系统是中国建立而成的一种具有区域性的导航定位系统,同时也是由中国自主研发而成的一种全球卫

星导航定位系统。其中北斗导航卫星气象应用的逐步开展,不仅能够有效地促进我国天气分析、数值以及对气候变化监测的预测预报,还可以有效地提高空间天气预报预警的业务水平,有效地去提高我国气象方面的减灾防灾的能力^[3]。

4.2 云计算、大数据

大数据是一种大规模性数据收集,远远超出我国一些传统的数据库软件功能,大数据具有四大特征,如:多种数据类型、快速数据流、海量数据规模以及地址密度。然云计算是与信息技术、软件以及 Internet 息息相关的服务。云计算汇集了大量的计算资源,并且通过软件来实现了自动化管理,也就是说它只需要人数很少的参与就可以做到快速提供资源。

4.3 数字孪生技术

数字孪生体是一种现有或将有的以物理实体为对象的数字模型,其选择通过实测、仿真以及数据分析等进而对物体对象的状态实施感知、诊断以及预测,其通过优化及指令从而对物理实体对象进行调控的一种行为,以及可以通过对一些相关数字模型间的相互学习从而实现自身技术的优化,同时还可以对利益相关方在物理实体对象生命周期内进行的决策进行改进。

高速铁路的复杂性、高风险以及高价值性间接的促进地促进了数字孪生体的广泛应用。其中高速铁路的核心为装备数字孪生体模型,一方面,它通过集环境数据、任务数据及维修保障与一体化,更好地可以为装备进行故障预测,从而做到更为有效地支持设备的任务规划;另一方面,通过其利用装备与数字孪生体相互之间的数据和信息的交互,不断地去修正改进装备数字孪生体,同时也逐步地提升模型的准确性,让其可以更好地去实现定制化的维修和保障^[4]。

以上介绍的三种前沿技术已经应用到我们生活中不同的领域,特别是北斗导航技术结束了我国长期依赖国外系统的历史,确保了我国在卫星导航领域的国际地位,在运输、电力、通信、金融、气象、灾害预防等基础领域都发挥着巨大的作用;云计算、大数据技术在推动铁路运输系统信息化、自动化方面起到了不可或缺的作用;数字孪生技术更是集成了现代数值仿真技术的优点,理论上可以实时展现列车运行实况。随着以上前沿技术的不断开发使用,铁路运输系统的安全性、可靠性将会得

到极大的提升,保障列车的运行安全

5 结语

综上所述,随着我国铁路不断地扩大覆盖范围,不断地提高列车运行速度,任何一种不可预测的自然灾害的发生都将会给铁路带来不可估量的损失,因此研究铁路灾害预防对铁路方面是具有非常大的重要意义,本篇文章对灾害的预防做出了有针对性的研究,以及提出了一些能够运用系统和一些前沿技术。

目前,我国在预防灾害方面,运用更多的是在原有的技术基础上进行一些更加精密的操作,而如今随着我国经济以及技术的发展,我们可以利用一些在铁路方面所没有应用而在其他方面(如航空、公路以及水路)所涉及的技术以及设备设施。这样不仅仅对铁路的发展更进一步,同时,对于那些航空、公路以及水路所应用的一些技术也有了进一步提升与改进。通过应用不同的技术对不同的方面进行预防,从各个方面对灾害进行提前的预防。

参考文献:

- [1] 刘强. 高铁强风灾害对策分析[J]. 工程建设与设计, 2018(12): 121-122.
- [2] 王俊, 王江丽. 高速铁路防灾安全监控系统设计[J]. 中国安全科学学报, 2018(S1): 1-7.
- [3] 曲建军, 秦怀兵, 龙亦语, 等. 朔黄重载铁路线路维修健康管理平台[J]. 铁路技术创新, 2021(06): 17-23.
- [4] 孙海富. 中国高速铁路安全保障体系[J]. 铁道工程学报, 2021, 38(06): 93-97.

作者简介: 张晓玲(1972-),女,河南夏邑人,硕士研究生,副教授,主要从事轨道交通运营、职业教育研究。

基金项目: 1. 河南省科技发展计划(豫科[2021]1号 212102310457); 2. 河南省高等学校重点科研项目(教科技[2021]383号—22B580006); 3. 河南省教育科学研究规划项目(教教科[2021]250号—2021YB0662); 4. 郑州铁路职业技术学院科研项目(郑铁办[2021]72号—2021KY004)。