

安全评估视角下地铁车站防灾措施分析

冯玲玲

天津市政工程设计研究总院有限公司 天津市 300073

摘 要：在安全评估视角下开展地铁车站防灾工作，能将原本的事后处理转移到事前，这能有效降低地铁车站出现灾害的风险。本文阐述了安全评估概念，分析了地铁车站常见的灾害，并结合案例以安全评估视角开展地铁车站防灾工作，希望能为相关从业者开展工作提供一定的理论依据。

关键词：安全评估视角；地铁车站；防灾措施

前言

地铁是重要的城市公共交通系统，地铁站每天接待的旅客流量多达数十万人次，具有客运量大、运输效率高等特点。但由于地铁车站一般深埋于地下，相比于地上建筑，其出现灾害的可能性更高、灾害处理难度也更大，并且一旦出现自然灾害，由于地铁站人员密集、疏散通道有限，群众疏散难度也较高，这可能会带来人员伤亡问题。

1. 安全评估概念

安全评估服务是当今时代十分重要的服务项目，其功能是企业、公共场所以及家庭及时识别场所中存在的各种安全隐患，并提出预防安全事故的方案。无论是生产、疏散、家庭防护，安全评估服务都发挥着自身作用。安全评估视角指的是以安全评估服务视角来审视各类场所、问题，及时、精准地发现其中潜在的风险，并提出改进方案，全面提升安全水平。

目前安全评估服务被应用在各领域，如，工业生产、网络安全、公共场所等，在一些大型活动组织过程中，同样需要安全评估服务。工作人员需要对评估内容开展专业评估，识别场地、生产流程存在的风险，制定对应的解决策略和应急预案，这就能有效降低意外事故发生风险，在发生意外事故后，也能降低人员和财产损失，为人们构建一个安全的生活以及工作环境。因此，无论是企业还是个人，都应该重视安全评估服务，共同构建一个更加安全的社会。

如表 1 所示，根据对国外地铁事故比例进行分析，发现火灾、设备故障、恐怖袭击是十分常见的灾害，而在我国，由于发生了多起地铁站水灾事故，因此，水灾问题也必须引起重视。

2. 地铁车站常见的灾害

表 1 国外地铁事故比例

原因	比例
火灾	25%
设备故障	21%
恐怖袭击	13%
脱轨	13%
列车相撞	12%
其他	9%
停电	3%
自然灾害	1%
乘客坠落	1%
踩踏	1%
毒气	1%

2.1 火灾

火灾是地铁车站十分常见的灾害之一，由于地铁车站中存在大量电力管线，一旦某区域出现短路等故障，就可能引发火灾。同时，地铁车辆依靠电力驱动，一旦车辆出现任何状况，也可能会引发起火等问题。并且由于地铁车站往往位于地下，消防工作难以开展，一旦地铁内存在一些易燃物，仅凭地铁内的消防设施难以控制火势，火势就可能迅速蔓延，带来巨大的财产损失，同时也可能会威胁人民群众以及工作人员的生命安全。

2.2 水灾

水灾也是地铁车站十分常见的灾害，由于地铁车站深埋于地下，在突降暴雨时，一些地铁站入口如果存在设计不合理情况，大量雨水就可能顺着入口流入地铁站，导致地铁站内大量积水。同时，部分地铁线路需要从河流、湖泊下方穿过，如果没有做好对应的防水措施，一旦出现水渗漏等情况，大量地上水就会进入地铁隧道，并从隧道进入地铁站，这同样会引发地铁车站水灾问题。地铁车站内还存在大量水

管、水箱，一旦这些设备出现破裂情况，同样会导致大量水流涌入地铁站，引发水灾问题。

在 2022 年 5 月，杭州地铁 1 号线金沙湖地铁站出现水灾，地铁站内大量积水，导致列车无法正常运行。根据后续调查发现，本次水灾源于金沙湖公园下沉广场突发管涌，导致大量湖水外溢，这些外溢的湖水涌入金沙湖地铁站，引发地铁站水灾。本次事故虽然并未造成人员伤亡，但同样引人深思。而在 2021 年 7 月，郑州暴雨引发的地铁车站进水事件，导致 14 人不幸遇难，这给相关工作人员敲响了警钟^[1]。

2.3 坍塌事件

由于地铁车站位于地下深处，在施工时就需要设计各类支护设施，以避免出现坍塌、沉降的事故。但随着地铁车站使用时限增加，地面建筑发生变化，其载荷可能也会发生变化，这就可能会滋生坍塌风险。而地铁一旦出现坍塌问题，就可能会造成严重的人员伤亡和财产损失，同时也会激发严重的社会舆论，导致当地政府公信力下降。

在国内外，曾发生过多起地铁坍塌事故，我国在近些年发生了多起地铁车站施工过程中的坍塌事故，部分事故引发了一定的人员伤亡。虽然目前尚未出现过已经投入使用的地铁车站坍塌事故，但相关人员同样要引起重视，定期查看地铁支护系统情况，并对其开展高质量的养护，以确保其支护性能始终保持良好^[2]。

2.4 人为突发事件

人为突发事件同样会对地铁车站安全产生重大影响，针对海外车站曾经发生过的无数次事故，我国建立了十分严格的地铁车站安保机制，一定程度上保证了地铁车站免遭各类人为突发事件威胁。同时，部分人流较多的车站，当地警方还安排了民警进行巡逻，尽可能降低人为突发事件的出现风险。

但人为突发事件并不是只有恐怖袭击这一项内容。部分车站人流众多，特别是在节假日期间，相互拥挤踩踏，在电梯上推搡导致摔倒等事件同样会引发严重的人员伤亡事故。因此，相关工作人员需要构建对应的应急预案，并启动对应机制，确保地铁车站能持续、稳定运行。

3. 安全评估视角下地铁车站防灾措施分析

3.1 火灾防治措施

以安全评估视角开展火灾防治工作，首先要对地铁车站内部构造情况进行评估。内部结构是开展火灾防治工作的关

键，在早期设计时，设计人员就会对消防功能进行设计，例如，排烟管道、消防设备安装位置、紧急疏散通道等。安全评估工作人员则需要对这些内容进行评估，查看紧急疏散通道情况，计算紧急疏散通道的疏散流量以评估地铁车站疏散效率。对消防设备安装位置、功率进行评估，也能确定地铁车站本身所具有的火灾防控能力。如果设备安装较密集，且安装的都为大功率设备，则代表地铁车站有着较强的火灾防控能力，当地铁车站刚出现小型火情时，仅需地铁智能消防系统配合工作人员使用便携式消防设备就能立刻控制火情。当火情较大时，智能消防系统也能为消防人员进入火场开展消防工作提供助力，为消防人员迅速控制火情提供辅助。

安全评估工作人员还应对消防系统进行检查，如，烟雾报警系统、排烟系统、喷水系统等，工作人员需要确保这些系统始终处在正常运行状态下，能够快速识别烟雾、火情，并立刻投入使用。同时，工作人员还要检查各类便携式消防设备是否完好，数量是否充足，并检查工作人员是否能够正确使用这些消防设备。

在结束上述检查后，安全评估人员需要根据评估过程中获取的数据信息对地铁车站消防安全情况做出综合性评估，并给出对应的解决方案。以某地铁车站为例，在进行安全评估时，工作人员发现该地铁车站紧急疏散通道较小，一旦发生火灾，乘客疏散效率会受到限制。同时，由于疏散量不足，后方人流可能会出现推搡情况，这带来了一定的踩踏风险。因此，安全评估人员给该车站的评估报告中重点描述了该问题，并提出了对应的解决策略。安全评估人员指出，车站应开设更多的疏散通道，可以在部分进站口安装应急设备，将其改造为应急疏散通道，当遇到火灾或是其他灾害时，就需要立刻打开隔离设施，并安排工作人员到现场指挥群众疏散^[3]。

3.2 水灾防治措施

水灾防治同样是重中之重，根据对过往地铁水灾案例进行分析研究，我们发现管道破裂、极端天气、地表水侵入是引发地铁车站水灾的主要问题。安全评估人员需要对管道、排水系统等设施进行检查、评估，管道生锈、开裂、养护等情况，直接决定了评估分数，如果发现管道存在较为严重的生锈情况，则需要在评估报告中指出。工作人员还应对排水系统进行评估，并利用 AI 技术来测算排水系统的排水量，确保哪怕有水渗入地铁站，优秀的排水系统也能迅速将水排

出,以免在地铁站内形成大面积积水,对人员安全、设备安全造成威胁。

根据对郑州地铁水灾事件进行分析,可以发现该事件是由极端暴雨导致,极端暴雨引发了城市内涝,洪涝随后冲毁了五龙口停车场的挡水围墙灌入地铁隧道,引发了该次灾害,导致 14 名乘客不幸遇难。因此,为避免该类问题再次出现,安全评估人员还需要对地铁站周边排水情况开展检查评估,如果排水能力不足,则需要在评估报告中指出,同时给出对应的提升排水性能建议。同时,工作人员还要检查地铁站周边的防水围挡,并对防水性能开展评估,找到潜在的问题,避免再次出现洪涝将防水围挡冲垮问题^[4]。

在地铁站内部,也要设置各类防水设施。如果经过评估发现地铁站防控水灾能力不足,安全评估人员可以建议地铁站安装水动力防洪闸系统。当水位达到一定标准时,闸门就会自动升起,在数秒内就能形成防洪屏障,避免雨水从地铁站入口灌入车站之中。而在车站内部,也要重新设置一些排水系统,增加排水系统的排水量。在紧急疏散通道,同样需要安装水动力防洪闸系统,确保紧急疏散通道不会被水淹没,为群众和工作人员提供安全的逃生通道。

3.3 坍塌防治措施

在开展安全评估工作时,工作人员需要对围挡、支护系统开展深入的检查、评估,特别是针对一些大型地铁站,这些地铁站可能有多层,其结构十分复杂,承重情况也较为复杂,这更需要对支护系统、顶板进行检查。工作人员首先需要寻找设计图纸,并结合实地考察图纸,对支护结构的分布情况进行评估,工作人员可以借助 AI 系统来计算每根支柱、每根梁的受力情况,在获取所有数据信息后,对其整体情况做出一个全面、科学、完整的评估,并给出对应的评价。

例如,在对某地铁站支柱开展安全评估工作时,利用声波探测仪器,发现该支柱内部出现了些许裂纹,随着裂纹不断扩大,其承载力会大幅度下降。而一旦其出现垮塌问题,不仅会对周围行走的乘客带来威胁,同时也会改变整个地铁站支护系统的受力结构,带来大面积坍塌风险。因此,在发现该问题后,安全评估人员需要在评估报告中指出,并要求地铁公司立刻对该问题进行修复。在完成修复后,安全评估工作人员需要对整个支护系统开展二次评估,以确保其性能满足实际需求,保障地铁站运行安全。

3.4 人为事件防治措施

为规避人为事件,我国已经做出了巨大努力,我国建立了十分完善的安检系统,任何想要进入地铁站内部的人员都需要通过安检,同时,在多数地铁站,我国都布置了充足的安保和警力,确保在极短时间内这一定程度上规避了过往案例中出现的恐怖袭击事件。我国地铁站内还安装了大量监控设备,能够对进出人员进行监控、识别,一旦某人出现违法行为,监控系统就能立刻发出警报,安保人员和警员就会迅速到达现场,立刻制止违法行为,以避免灾害问题出现。

针对人流量过大可能会引发的踩踏问题,安全评估人员需要对进出口流量、楼梯区域开展检查维护工作,并做出对应的评估。以某地铁站为例,该地铁站在开展安全评估工作时,工作人员在报告中特别指出,该地铁站楼梯宽度不足,扶手设置不合理,在人流量较大时较容易出现踩踏问题,因此建议工作人员在人流量较大时应前往各通道、各楼梯区域维护秩序,尽可能降低出现踩踏事故的风险。

4. 结语

地铁车站内部结构较为复杂,并且多数处于地下,容易受到各种灾害的影响。而由于处在地下,救灾以及人员疏散难度较高,在过去国内外出现过多起地铁灾害案例,造成了大量的人员伤亡、财产损失。在过去,地铁灾害防护以事后防护为主,防护缺乏主动性,往往在灾害、事故发生后才开始工作,但此时造成的损失和伤害往往已经难以挽回。而在安全评估视角下,就是将地铁车站防护工作从事后转移至事前,在早期就开展评估工作,及时发现存在的安全风险及隐患,并对该问题进行解决,这对于保障地铁车站安全稳定运行有着良好作用。

参考文献:

- [1] 刘天翔,朱鸿鹄,程刚,等.地下连续墙受力变形光纤监测与数值模拟研究[J].防灾减灾工程学报,2024,44(1):222-233.
- [2] 刘敬严,郑文文,赵莉琴,等.地铁工程施工三元空间安全韧性评价[J].铁道工程学报,2024,41(5):111-117.
- [3] 武志松,刘俊,车轮飞.地铁工程防淹体系构建与创新设备应用[J].城市轨道交通研究,2024,27(8):275-278.
- [4] 陈佳,刘敬严,邓曦.基于 IOWA-VAC 的地铁车站暴雨内涝脆弱性评价[J].水电能源科学,2023,41(4):88-91.