

# 2000—2019 年国内外地铁火灾事故统计分析

朱奥妮

(中国矿业大学(北京)应急管理与安全工程学院,100083,北京//本科生)

**摘要** 收集了 2000—2019 年国内外 52 起地铁火灾事故案例,从地铁火灾事故原因、发生空间分布、发生时间分布、火灾事故损失等方面进行了统计分析。分析结果表明:人为因素、设备设施故障、管理缺陷是引起地铁火灾的主要原因;冬季是地铁火灾事故高发期;一周内的火灾事故数量统计规律具有“周五效应”。扑救地铁火灾存在人员疏散难、排烟难、通信联络难等特点,从建立科学的防火管理机制方面提出了具有针对性的地铁火灾事故应对措施。

**关键词** 地铁;火灾事故;空间分布;时间分布

**中图分类号** U231.96; X928.01

**DOI:**10.16037/j.1007-869x.2020.08.035

## Statistical Analysis of Domestic and International Subway Fire Accidents in 2000—2019

ZHU Aoni

**Abstract** 52 cases of domestic and international subway fire accidents in 2000—2019 are collected and analyzed statistically from aspects of subway fire causes, spatial distribution and temporal distribution of fire accident, as well as fire accident losses. The analysis results show that human factors, equipment failure and management defect are the main causes of subway fire; winter is the peak period of subway fire accident; the law of quantity statistics has “Friday Effect” as indicated by the weekly statistic number of fire accidents. Since distinguishing difficulties in personnel evacuation, smoke extraction and communication are observed in fighting subway fire, specific countermeasures against subway fire accident are put forward from the perspective of scientific fire prevention management mechanism establishment.

**Key words** subway; fire accident; spatial distribution; temporal distribution

**Author's address** China University of Mining and Technology, 100083, Beijing, China

安全是城市轨道交通的生命线,是运输生产的永恒主题。地铁运营安全涉及轨道、车辆、机电、信号、运输组织等多个系统,任何一个环节的疏忽就有可能造成重大事故。深处地下的地铁,具有客流

密集、空间狭小且相对封闭的特点,这决定了其系统安全的重要性。火灾是地铁事故中能够造成严重损失的事故类型。虽然各国均制定了与地铁相关的消防规范,然而,到目前还没有地铁火灾原因与灾害调查分析的系统性报告。

本文通过文献数据库调研、政府火灾事故统计公报、历史新闻资讯,检索地铁火灾事故信息,统计了 2000—2019 年近 20 年国内外的 52 起给社会造成一定影响的地铁火灾事故,其中,国外地铁火灾事故 20 起,国内地铁火灾事故 32 起。本文从地铁火灾的事故原因、空间分布、发生时间分布、事故后果和事故等级 5 个方面进行统计分析。本文研究成果对地铁管理者认识地铁火灾事故发生规律、制定地铁火灾控制措施、降低地铁火灾危险性、提高安全管理水平具有重要的指导意义。

## 1 地铁火灾事故分布规律与统计分析

### 1.1 地铁火灾事故原因分析

对 52 起国内外地铁火灾基础数据分析表明,造成地铁火灾事故的主要原因为人为因素、设备设施故障、管理缺陷三大类。人为因素包括乘客消防安全意识低、乘客恐怖行为、工作人员操作失误;设备设施的原因包括车辆故障、供电线路故障、电气设备故障;管理缺陷主要是消防安全管理不到位。

1) 国外地铁火灾事故原因分析。供电线路故障引发火灾事故数量最多,达到了 6 起,占火灾事故总数的 30%;乘客恐怖行为和车辆故障引发火灾事故数量均为 4 起,均占火灾事故总数的 20%;电气设备故障引发火灾事故 3 起,占火灾事故总数的 15%;乘客消防安全意识低引发火灾事故 1 起,占火灾事故总数的 5%;不明原因引发火灾事故 2 起,占火灾事故总数的 10%。

2) 国内地铁火灾事故原因分析。电气设备故障引发的火灾事故次数最多,达到了 13 起,占火灾

事故总数的41%;供电线路故障引发火灾事故9起,占火灾事故总数的28%;消防安全管理不到位引发火灾事故5起,占火灾事故总数的16%;乘客普通人为纵火引发火灾事故2起,占火灾事故总数的6%;乘客恐怖行为、工作人员操作失误、车辆故障引发的火灾事故均为1起,均占火灾事故总数的3%。

部分国家的地铁建设得早,运营时间较长,存在设备老化、安全投入不足等问题<sup>[1]</sup>,列车运行过程中因各种设备故障引发的火灾事故时有发生。我国地铁建设发展迅速,虽然在车辆、信号等核心技术领域已经攻克了多项技术难关<sup>[2-3]</sup>,但电气设备故障、供电线路故障等引发火灾事故的问题依然严峻。此外,我国现有的地铁运营安全管理体系是事故应对型的被动式管理,只有在火灾事故已经发生且被管理人员或管理系统监测到之后,才采取相应的补救措施,应对火灾事故的管理效应相对滞后。

## 1.2 地铁火灾事故发生空间分布

52起地铁火灾事故的基础数据显示(见图1):发生在区间隧道、车站隧道的火灾事故共25起,接近火灾事故总数的一半;发生在地铁车站的火灾事故共22起;发生在设备管理用房及车辆段的火灾事故均为2起;发生在地面区间的火灾事故为1起。

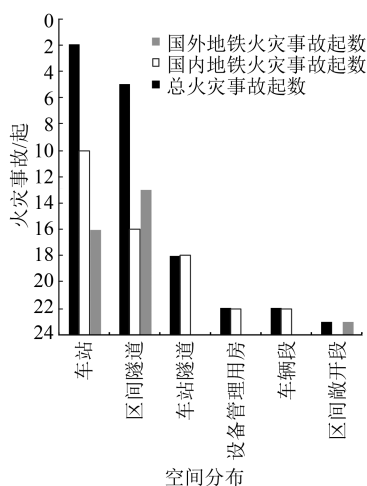


图1 地铁火灾事故空间分布

## 1.3 地铁火灾事故发生时间分布

对我国的地铁火灾事故发生时间分别以年、月、周为单位进行统计分析,探究不同时间段内地铁火灾事故发生规律。

### 1.3.1 以年为单位地铁火灾事故发生规律

由图2可见:2005—2010年发生的地铁事故数量最多,共计13起;2010年后,地铁火灾事故数量

呈下降趋势,2010—2015年发生地铁火灾事故7起,2015—2019年发生地铁火灾事故5起。

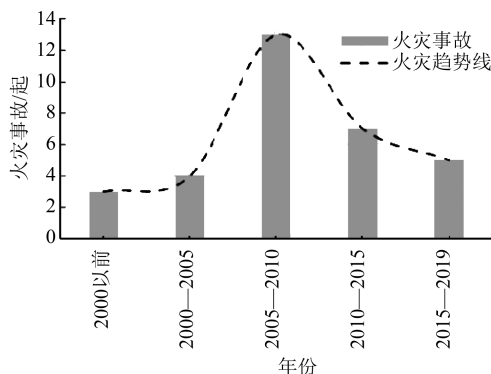


图2 以年为单位地铁火灾事故统计分布

### 1.3.2 以月为单位地铁火灾事故发生规律

由图3可见:我国地铁各月发生的火灾事故基本以2起为基准上下波动;4—9月发生的地铁火灾事故数量呈现M型波动规律;在1月和12月为火灾事故高发期,4月和9月为火灾事故低发期。

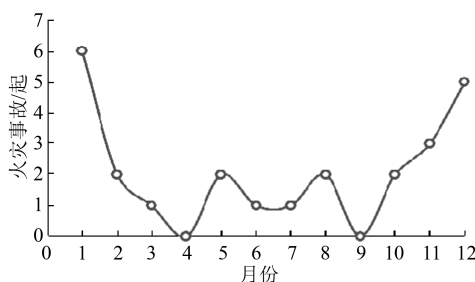


图3 以月为单位地铁火灾事故统计分布

4月份和9月份地铁火灾事故低发的原因是:根据相关规定,地铁运营公司作为消防安全重点单位每半年至少开展一次消防安全检查;在这样的背景下,运营单位每年委托具备评估资质的消防评估单位开展2次火灾隐患整治与消防专项评估,因此降低了该时段设施设备的故障率,发现的火灾隐患被及时整改,消除了孕灾因素。2、3月份的地铁火灾事故数量较1月份有显著降低。究其原因主要是:我国的交通运输客流存在典型的春运现象,在此期间,管理者高度重视,也加大了人力、物力等方面投入,在一定程度上减少了火灾事故的发生。

### 1.3.3 以周为单位地铁火灾事故发生规律

由图4可见:工作日及双休日发生火灾事故数量基本以5起为基准上下波动;地铁火灾事故周五发生的数量最多,而周三、周六最少。

在城市轨道交通网络中,穿越居住区、商业区、

办公区的线路较多,其周客流呈现“轮槽形”变化。在周客流中,工作日客流量大于周末客流量,且在周一和周五有明显的客流突变;旅游线路或者定向通勤线路的周客流变化属于“驼峰形”变化,周末客流量大于工作日客流量,工作日客流量上下波动不大<sup>[1]</sup>。

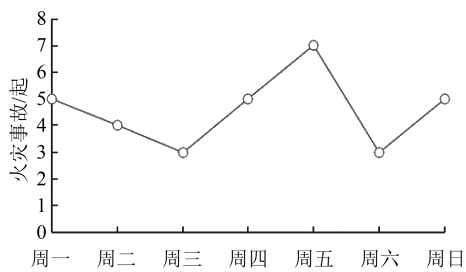


图4 以周为单位地铁火灾事故统计分布

除了较少的旅游专线外,目前大多数的城市轨道交通线路都属于城市公共交通,在一周的客流变化中,周五客流最大,具有明显的“周五效应”<sup>[2]</sup>。客流量的增加对车辆、供电系统等设备带来很大的冲击,尤其是对机电、供电等设备稳定性带来巨大挑战。此外,客流的增加,也增加了地铁消防安全管理得不确定性。在实际分析过程中也发现,电气设备故障、供电线路故障、消防安全管理不到位引发的火灾事故最多。

1.4 地铁火灾事故损失分析

地铁火灾事故所造成的损失主要是人员伤亡、运营延误或中断、经济损失、环境破坏等。根据统计分析,发生在2000年以前的火灾事故共造成3人死亡,303人受伤;发生在2000以来的火灾事故所造成的人员伤亡数量较少。火灾事故造成的人员死亡、受伤情况如5所示。

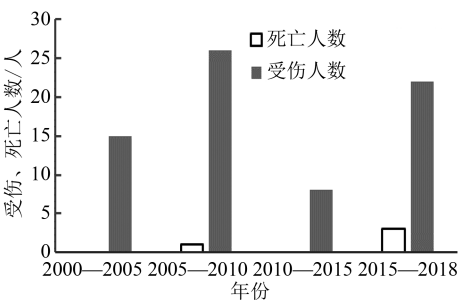


图5 地铁火灾事故伤亡情况统计

2 地铁火灾事故应对措施

地铁火灾事故可能不是完全可以预防的,但是

灾难救援预防措施能够显著降低风险并能将损失最小化。根据上述数据分析,本文提出的提高我国地铁火灾事故应对的有效措施如下:

1) 强化消防设备设施的维护保养。统计结果表明,由电气设备故障引起的火灾事故比例最高,因此,消防系统的安装,以及消防设备设施的定期维护必须符合现行的国家或地方标准,使其能在火灾条件下正常使用。

2) 定期进行地铁火灾风险评估。如欧洲国家约有16%的火灾隐患是由于消防安全管理不善造成的。因此,要通过完善的隧道管理和应急预案对地铁系统的整体消防安全进行有效管控;要制定完善的火灾预案,并定期对应急人员进行训练;制定完善的维修计划,对地铁消防系统进行定期维护。

3) 加强消防联动控制。火灾情况下,调度中心应该合理调配列车,使运行在隧道内的列车应该及时驶出隧道,即将达到火灾区域的列车应及时停止其运行;工作人员组织乘客通过预定的疏散路线进行疏散;延迟一定时间后,启动相关区域的排烟设施。

3 结语

地铁火灾事故多发生在城市轨道交通线网规模较大和经济较发达的城市。我国城市轨道交通的规模处于世界各国前列,相对而言,地铁火灾频度较高。对地铁火灾及其相关因素进行分析有助于更好地了解地铁火灾的风险及其危害,并可为制定有效的消防安全措施提供必要的信息。本研究提出的对策可为我国地铁火灾预防和控制策略的改进提供参考。

参考文献

[1] 徐田坤.城市轨道交通网络运营安全风险评估理论与方法研究[D].北京:北京交通大学,2012.

[2] 乔珂.城市轨道交通网络化运营特征及列车运行调整研究[D].北京:北京交通大学,2015.

[3] 静元,杨玉成.地铁火灾成因分析及防范措施探讨[J].消防科学与技术,2016(8):1174.

[4] 张玉杰.地铁火灾风险评价研究[D].北京:北京交通大学,2018.

(收稿日期:2020-03-20)