

关于高速公路应急物资调配研究

邬贵冬

(四川交通职业技术学院, 四川 成都 611100)

摘要:随着我国经济的发展,高速公路与信息技术已经紧密衔接,呈现出了网络化建设与运营的情况。由于高速公路相较于普通道路,有着特殊性,因而突发性交通事件也较多。这就需要高速公路运营单位打开应急救援通道,给事故现场及时调配物资。从资源的空间布置、实时派遣以及过程管理角度来说,如何提升这三方面的处理效率,节约物资调配的时间,是相关部门需要考虑的问题。本文以高速公路为研究对象,对应急物资的调配展开了分析,以此体现应急物资调配的全局性,力求使高速公路应急物资调配达到最优,以供参考。

关键词:高速公路;应急物资;调配;特点;调配方案

随着我国经济和社会的快速发展,还有高速公路通行里程的增加,全国高速公路已经基本形成网络体系,到2021年,高速公路总里程达到16.91万公里。随着人民生活水平的提高,人均机动车数量也在逐年增加。截至2021年,机动车保有量达到了3.02亿台,居世界第一。在高速公路上,各种汽车故障、突发交通事故频繁发生,因为高速公路的封闭,并且行驶速度快,容易引起交通堵塞,引发二次事故,由此引起的治疗不及时导致的人员伤亡更为严重,这给交通管理和运营管理部门造成了很大的社会压力和经济损失。随着国家社会和经济的发展,人们生活质量也有了显著提高,人们对旅行需求也在不断增长。高速公路是一种重要的交通运输手段,给我们的工作、生活带来了很大的方便,但也存在一定的安全风险。所以要加强高速公路的紧急救援工作,保证安全,做到科学处置、及时反应、急救有序进行。因此在高速公路建设过程中,应急救援是重中之重,完善的高速公路应急救援系统能够有效地调动救援资源,在最短的时间内到达事故现场。对事故受伤人员进行适当救治,有利于救灾物资的科学、合理分发。

一、高速公路事故特征及分类

(一) 高速公路事故特征

高速公路一般采用全封闭式管理:一般采用双向分向、同向多车道分道,每辆车的行进方向至少要有两条车道。高速公路由一系列隔离围栏或中间分隔带,分为两个方向的车道。在高速公路上无平面交叉的情况,采用全立交的形式。大部分高速公路都设置了紧急车道,一些高速公路上还设置了小型汽车专用车道,禁止其他车辆进入。在交通事故后,往往还会引起严重的交通堵塞,降低车辆的通行能力,削弱了车辆的使用效率,同时也容易出现二次交通事故。高速公路交通事故是一种最重要的突发事件,按其形式来看,可以将其归纳为:碰撞、碾压、翻车、坠车、落水、烧毁、货物散落、抛锚等。根据交通事故统计进行大数据分析,主要特征如下:

1. 严重交通事故占比高。高速公路是城市周边、跨市乃至省际之间最方便快捷的交通工具,在国家高速公路的基础设施建设与安全运营管理方面已趋于成熟与健全,但高速通行分方向、分车道行驶,且持续行驶时间长、车速快、路线环境单一,致使高速公路上的交通事故极易危及人民生命财产。根据《中国统计年鉴》2021年公布的道路交通事故统计资料显示,2021年中国高速公路上的死亡人数为非高速公路的3倍,而高速公路上的直接经济损失则是普通公路的12倍。

2. 易发生二次交通事故扩大危害。驾驶人在高速公路上以比较快的速度行驶,一旦发生交通事故,因为车道自身的封闭,无法及时从通行路径上撤离,所以司机往往会选择在现场观察。受恶劣天气的影响,或者是事故车辆没有按照要求及时放置安全警示牌等原因,很容易造成后面的车辆因为躲避不及而发生的自行

车追尾,甚至发生多辆车的连环追尾以及侧向漂移等二次事故。二次事故往往具有较大的危害性,它不仅能在事故发生的方向上造成较大的拥堵,而且容易导致人员的生命财产损失。

3. 应急救援风险难度高。高速紧急救援面临着极高的风险,其特点是:由于高速交通事故的发生存在着偶然的不确定性,同时还存在着驾驶人的超速,恶劣天气的影响,以及在夜间发生的情况,多种主观、客观因素的影响,容易发生交通事故和次生事故,道路交通阻塞等。同时,也存在着因救灾现场条件的复杂性、调度员对救灾资源的不确定和变动等问题。受多种因素的影响,不仅会影响到救援人员和物资的及时抵达,而且还会对抵达现场后进行搜救工作造成影响,因此,与一般公路相比,搜救工作更加困难。

(二) 高速公路事故分类

根据在高速公路上发生的交通事故的后果,可以将其划分为:一次导致1至2人的轻微事故,一次导致1至2人或3人以上轻伤的一般事故,一次导致1至2人或3人以上重伤3人且10人以上的重大事故,以及最为严重的特大事故。根据其发生的原因,可将其划分为各种类型,如车辆故障,化学品泄漏,地质灾害等。在抢险救灾时,要及时分析事故的性质、后果,并按顺序开展抢险救灾工作。高速公路突发紧急事件可划分为六类:第一,重大交通事故,其在救援工作中所占比重大,如果情节较为严重,需要多方力量相互配合;重大火灾事件;环境污染事件;公共安全事件;地质灾害事件。

二、高速公路交通应急救援设施选址

(一) 单目标选址模型适应性分析

针对高速公路应急救援设施的选址问题,提出了三种不同的模型:覆盖模型, p -中值模型, p -中心模型。三种模式的本质差别是:覆盖模式以尽可能少的救灾设备覆盖全部事件需要点,或者以最大程度地实现设施覆盖率,而 p -中位数模型以最小费用最优为目标,体现了公平原则。 p -中心模式是以最大的交通事故与救助设备的最大距离作为建模的目标。以南京市快速公路网为例,建立了城市道路紧急救助设施的选址模型,并对其进行了求解和分析。

1. 集合覆盖模型。从理论上讲,该方法能够在给定的救助时间范围内,最大限度地满足快速路交通网络的搜救需要。但现实中,救援人员难以准确地确定救援时间,因此,救援人员在实施具体搜救节点时,常常要做出一些权衡。若将救援时间限定得太短,则会造成因救援设施点数量增加而造成工程造价急剧上升。但若考虑到救援时间过长,则极易产生超出救助黄金时间的选址方案,导致造成人员伤亡和财产损失,进而造成难以估量的人员伤亡和财产损失。

2. 最大覆盖模型。最大覆盖模型是一种重要的变形,其目标是在满足救援时间要求的前提下,以最大限度地提高救灾物资供应。该方法在不一定要覆盖整个快速路的情况下,实现了对应急

救援资源的有效使用。

3. 备份覆盖模型。备份覆盖模型区别于集合覆盖模型和最大覆盖模型,主要研究了在拥塞救助条件下,如何解决突发事件中的紧急设施选址问题。在工程实践中,在快速路网络中,紧急交通救助需求的同时,常会出现特定时段的交通堵塞,以及邻近地区路网中的其他多起交通事故。在此背景下,只采用集合覆盖和最大覆盖等方法,难以保障救援的时效性。在确定了一定数量的应急救灾设施的数量后,还应考虑重复覆盖率的问题。由于应急救灾设施布点的选取需要大量重复覆盖,而重复次数越多,其投入也就越大,所以,采用备份覆盖模式进行应急救灾设施选址时,必须充分考虑备份覆盖。

(二) 考虑地点成本的多目标选址模型

单一目标模型仅能从局部获得满足其自身约束的解决方案。然而,在实际操作中,高速公路紧急救援设施的选址常常要考虑成本、救助范围和救助时间等诸多因素。同时,这些因素之间也存在着相互冲突的关系,比如,救助范围的扩展势必导致工程造价的提高,救助时间的缩短则会导致工程造价的提高。为此,为保证在保证救援时间的同时,尽可能减少场地费用,高速公路网络上的紧急救援设施选址需要考虑多目标因素的影响。为了建立更加客观、完整的多目标选址模型,救援人员通常要综合考虑多个备选方案的优劣,注重整体规划的有效性和系统性,寻求最大程度上最大限度地满足救援人员的决策要求,而非传统的最佳方案。本项目突破了单一目标选址方法仅能给出一种最优解的限制,提高了建模的实用性、降低了建模难度。在此基础上,深入剖析快速路紧急救灾设施选址中需要考虑的多个问题,使得所建立的应急救灾设施选址模型既能满足大范围的需求,又能兼顾救灾物资供应的公平性和投入产出比率。在此基础上,建立了交通事故点至救援设施点的最大救助时间、最大救助需求范围、交通事故点至救援设施点的最短加权时间,在救助时限内,保障范围最大。

(三) 高速公路交通应急救援资源配置



2. 考虑机会成本的应急救援资源派遣。区别于只考虑直接费用的应急物资调拨机制,在考虑突发事件的情况下,向事件发生地派出最接近事件发生地的资源未必是最佳的调度方式。因此,针对可能出现的突发事件,提出了一种基于风险的应急救援调度算法。当只考虑运输工具的运输费用时,在每一次交通事故中,运输费用只与运输工具的数量以及运输路线的权重相关。然而,在实际的路网环境中,由于交通事故的发生,往往会导致二次交通事故,其时空分布具有极大的随机性。在此基础上,建立交通事故突发事件下的派遣费用和突发事件下的紧急派遣费用。在车辆调度过程中,可以利用机会成本来描述新的交通事故。

3. 考虑救援路径拥挤状态的应急救援资源派遣。紧急情况下,救援路线上游的车流将受到影响,导致救援路线上的车辆队列长度增大,造成道路拥堵。在抢险救灾过程中,抢险车辆在抢险过程中所需的时间也会因抢险救灾过程中的拥堵状况而改变。忽视搜救路径拥挤状况对搜救费用的影响,导致资源调配模型无法准确估计搜救路线行进时间,无法构建最优资源调配方案。为此,建立快速路拥堵条件下的快速路网络应急资源调配模型,能更好地刻画拥堵状况对救助费用的作用机制,并对救助资源调配方案

1. 基于随机约束的应急救援资源配置。由于高速公路上通用的救灾物资的要求是相互独立的,所以在构建救灾物资调配模型时,只把单方式救灾物资当作配置对象。根据目标函数的个数,将常见交通应急救援资源配置模型划分为单目标和多目标。根据约束条件的随机变量存在与否,可分为确定型和随机型两种。在建立常用救援资源的相应配置模型时,需要首要确定模型的目标函数与约束条件。

2. 考虑二次事故的应急救援资源配置。二次事故,是指在最初事故后,救援工作还没有结束,引起的存在于事故现场影响区域范围内事故。尽管二次事故的发生几率比较低,但其危害性大、影响范围大,极易造成交通堵塞,给人民群众带来更大的经济和生命损失。如何在最短的时间内完成突发事件的应急物资调配与调度,是控制灾情规模、高效实施应急人员的关键。如何合理地分配各地点的救援资源,才能保证在最小的费用下,最大限度地满足各地点的救援需求。然而,如果只考虑目前道路上的紧急情况,在突发事件中,如果出现第二起或第三起意外,就会造成重大的生命和财产损失。所以,在给定二次事故概率的情况下,对救灾资源进行合理分配是十分必要的。

(四) 高速公路交通应急救援资源派遣

1. 考虑直接成本的应急救援资源派遣。本次算例分析选取宁杭高速公路的江苏段,即 K0-K155 段。

图1为高速公路抽象网络图,连线上的标号是两个点间的间距,上面的数值是结点的权重值。本项目以城市道路运输系统为研究对象,研究城市道路交通系统的拓扑结构,包括枢纽、互通、收费站、服务区等。快速通道的交叉点叫作交通枢纽,在经过快速通道的时候,紧急救助车辆会驶入交叉的高速公路,用于紧急救助,但是不能让救灾车辆从互通处调头。此外,还可以通过设置在互通的收费站将紧急救助车辆开进对面车道,这样,互通和主要收费站可以作为同一节点来对待。在高速公路的一边,一般都会放置消防车、救护车等车辆,因此应将其作为独立的节点对待。

进行优化,具有重要的现实意义。

三、结束语

高速公路属于经济流通的大动脉,尤其是法定节假日,更是承担了巨大客流量。随着交通网络化的完善,相关服务质量也会逐渐得到优化。对于突发事件的发生,相关部门要做好应急物资的调配,为事故现场人员提供及时救援。本文从三方面对应急物资调配进行了分析,给出了意见,希望为相关人员提供思路,进一步优化现有的物资调配流程。

参考文献:

- [1] 陈山枝,葛雨明,时岩. 蜂窝车联网(C-V2X)技术发展和应用及展望[J]. 电信科学, 2022, 38(01): 1-12.
- [2] 陕西省人民政府办公厅关于印发公路交通突发事件应急预案的通知[J]. 陕西省人民政府公报, 2022(13): 13-34.
- [3] 湖南省人民政府办公厅关于印发《湖南省高速公路车辆救援服务管理办法》的通知[J]. 湖南省人民政府公报, 2021(21): 21-24.