

基于灰色关联法的高速公路服务区运营风险研究

吴竹青

(湖南省高速公路联网收费管理有限公司, 湖南 长沙 410000)

摘要: 随着高速公路里程数的不断增多,服务区的运营越来越复杂化、要求越来越个性化。为更加科学有效地对高速公路服务区进行运营管理,文中结合层次分析(AHP)法与灰色关联分析法建立高速公路服务区运营风险评价指标体系,通过对湖南省某高速公路服务区的分析,得出司乘人员管理和服务区人员管理两个指标的灰色关联度排名靠前,高速公路服务区运营中要加强服务区人的管理。

关键词: 高速公路;服务区;运营风险;层次分析(AHP)法;灰色关联法

中图分类号: U415.13

文献标志码: A

文章编号: 1671-2668(2022)05-0135-04

服务区是高速公路的重要组成部分。随着社会经济的发展和人们生活水平的提高,服务区不仅要具有休憩功能,更要突出个性化、本土化,才能满足人们日益增长的高品质、多样化需求,服务区的运营比以往面临更多的挑战和风险。针对高速公路服务区运营风险进行分析、评价,能对风险因素进行及时管控,降低服务区运营风险,提高运营能力与安全管理水平。Odeck J.等从成本效益的角度论证了公路的经营风险;Ibrahim A. H.等从公路绩效和支出的角度建立指标体系,论述了公路项目的可持续性;张晨琛等通过图论和复杂网络分析,对高速公路网运营风险进行评价,提出了解释风险间相互作用关系的运营风险评估方法;刘建军等设计了高速公路项目运营中自然风险、经济风险、行为风险控制机制;张高潮等对高速公路建设—运营—移交(BOT)项目风险管理进行了研究;罗勇等利用层次分析(AHP)法和模糊综合评判法对高速公路隧道运营风险进行分析,建立了隧道运营风险评估方法;李然对高速公路运营风险进行分析,利用灰色关联度确定了风险等级。上述研究通过各种应用模型论证了高速公路运营中存在的风险,并提出了相应管控措施。但对高速公路服务区运营风险的研究还有所欠缺,对服务区运营风险的系统梳理还不完善。该文建立高速公路服务区运营风险评价指标体系,通过灰色关联分析进行风险评价,为改善服务区运营管理提供理论依据。

1 高速公路服务区运营风险评价指标体系

高速公路服务区运营是一个涉及多方的复杂过

程,识别服务区的运营风险因素,能更好地提供公众出行服务。从人、物、环境三方面对服务区的经营风险进行识别,确定高速公路服务区运营风险因素。

1.1 主要风险因素辨识

1.1.1 人的因素

高速公路服务区每日来往人员构成复杂,对服务区的经营风险具有重要影响。人的风险因素主要包括服务区人员管理及司乘人员管理。服务区人员管理风险主要是指服务区内工作人员违规操作导致的各类风险事故,如加油站人员卸油、加油时违规操作导致加油站爆炸、火灾等;服务区超市人员违章装卸货物导致自身被货物掩埋或从车上坠落等;检修人员不佩戴头盔、护具等导致触电等。司乘人员管理风险是指进入服务区的司乘人员发生的各类风险事故,如进入服务区后由于操作不当发生车祸,造成人身和财产安全损失;司乘人员由于粗心大意而跌倒、撞击、触电等;司乘人员醉酒或司乘人员中存在精神病患者、偷盗者造成各类经济损失和人身伤害等。

1.1.2 物的因素

高速公路服务区各类设施及物品摆放和使用不当可能造成安全事故,影响高速公路服务区的运营。风险因素主要包括服务区车辆管理、修配厂设备管理、加油站设备管理。服务区车辆包括服务区服务车辆和社会车辆,主要安全风险包括车辆摆放位置不当导致人员受伤、车辆发生故障导致财产和安全隐患等。修配厂设备管理不当可能是设备厂内物品坠落、移动等造成物品破损及人员伤亡,设备厂内电动工具因使用年限过长导致漏电引发触电事故等。

加油站设备管理风险包括加油站油品储存不当导致起火、爆炸,加油站设备由于年久失修等造成意外事故等。

1.1.3 环境因素

服务区运营中,人为或自然因素会造成一定的损失,主要风险因素包括公共区域管理、恶劣气候管理、服务区食品安全、社会安全事件管理。公共区域管理风险主要包括服务区减速标志、禁止通行标志等不清除导致各类事故,公共区域设计不当导致车祸等事故频发。恶劣气候管理风险是指因暴雨、暴雪、大风等恶劣天气造成雷击等事故,积水、积雪等造成车祸等。服务区食品安全是指服务区所售卖食品导致的食品安全问题。

1.2 评价指标体系构建

基于上述风险因素识别,采用 AHP 法构建高速公路服务区运营风险评价指标体系。该指标体系分为三层:

(1) 目标层。高速公路服务区运营风险评价。

(2) 准则层。服务区运营中人的因素、物的因素和环境因素。

(3) 决策层。服务区运营中人的风险因素包括服务区人员管理及司乘人员管理;物的风险因素包括服务区车辆管理、修配厂设备管理、加油站设备管理;环境风险因素包括公共区域管理、恶劣气候管理、服务区食品安全。

1.3 评价指标权重计算

采用 AHP 法和 1~9 标度法计算评价指标的权重。邀请该领域专家对评价指标打分,计算评价指标的权重。采用 1~9 标度法,通过专业咨询得到高速公路服务区运营风险评价指标重要度判断矩阵,用 W_i 表示:

$$W_i = (w_{ij})_{m \times m} \quad (1)$$

式中: w_{ij} 为各专家根据重要度对指标的评判分数; n 为指标数量。

先计算准则层指标的权重,再分别计算服务区运营中人的因素、物的因素、环境因素指标的权重。各指标的最终权重为指标层权重与所在准则层权重的乘积。

2 服务区运营风险评定

采用灰色关联法对高速公路服务区运营风险进行评定。将比较序列与标准序列进行比较,根据比较结果进行安全分级,从而对高速公路服务区运营

风险进行评定。

(1) 通过专家打分得到各指标的重要程度,形成重要性判断矩阵。设:共有 i 个专家对 n 个指标进行评判; X_0 代表标准序列,反映高速公路服务区运营风险系统的行为特征; $X_0(k)$ 表示最安全的情况下服务区运营风险程度; X_i 为子序列,表示影响服务区运营风险系统的行为特征; $X_i(k)$ 表示服务区运营风险中各指标的安全程度。有:

$$X_0 = X_0(k); k=1, 2, 3, \dots, n \quad (2)$$

$$X_i = X_i(k); k=1, 2, 3, \dots, n; i=1, 2, 3, \dots, m \quad (3)$$

(2) 通过归一化对 X_0 和 X_i 进行无量纲化处理。

(3) 按式(4)计算灰色关联系数 $\xi_i(k)$ 。

$$\xi_i(k) = (\min_i \min_k |X(k) - X_i(k)| + \rho \max_i \max_k |X(k) - X_i(k)|) / (|X(k) - X_i(k)| + \rho \max_i \max_k |X(k) - X_i(k)|) \quad (4)$$

式中: $\rho \in (0, +\infty)$, 取 $\rho=0.5$ 。

(4) 计算灰色关联度,对运营风险进行比较。计算公式如下:

$$\min R(w, \gamma_i, \gamma_i^*) = \min 1/2 |w|^2 + c \sum_{i=1}^M (\gamma_i + \gamma_i^*) \quad (5)$$

$$\text{s.t.} \begin{cases} y_i - f(x) \leq \epsilon + \gamma_i \\ -y_i + f(x) \leq \epsilon + \gamma_i^* \end{cases} \quad (6)$$

$$\gamma_i, \gamma_i^*, c \geq 0 \quad (7)$$

(5) 将各指标的权重与灰色关联度相乘,得到加权灰色关联度。对各评价对象的加权灰色关联度进行排序,排名越靠前,则该评价对象越好。

3 算例分析

以湖南省某高速公路服务区为例开展高速公路服务区运营风险分析。

3.1 计算指标权重

通过咨询专家意见,对评价指标进行评分,采用 AHP 法和 1~9 标度法计算指标权重,结果见表 1。

3.2 计算灰色关联度

该服务区目前盈利能力较好,净资产收益率为 38.03%,营业利润率为 7.68%,总资产报酬率为 19.25%,净利润率为 6.21%;油品销售资金周转速度较快,变现能力较强,流动性强;公司资产负债率适

表 1 高速公路服务区运营风险指标权重

准则层	权重	指标层	权重	总体权重分配
服务区运营风险人的因素	0.515	服务区人员管理	0.357	0.183 855
		司乘人员管理	0.643	0.331 145
服务区运营风险物的因素	0.302	服务区内车辆管理	0.579	0.174 858
		修配厂设备管理	0.123	0.037 146
		加油站设备管理	0.298	0.089 996
		公共区域管理	0.541	0.099 003
服务区运营风险环境因素	0.183	恶劣气候管理	0.350	0.064 050
		服务区食品安全	0.109	0.019 947

中,流动资产率偏低,总体经营财务成本较少,风险较小。

邀请 29 名专家对二级指标打分并进行归一化处理,利用 SPSS 软件计算指标关联系数,结果见表 2。计算灰色关联度并排序,结果见表 3。

由表 3 可知:加油站设备管理的综合评价最高,关联度为 0.699;其次是服务区人员管理,关联度为 0.670。

考虑指标权重差异,计算该高速公路服务区运营风险加权灰色关联度,结果见表 4。

表 2 关联系数计算结果

专家编号	各指标的关联系数							
	司乘人 员管理	服务区人 员管理	服务区车 辆管理	修配厂设 备管理	加油站设 备管理	公共区 域管理	恶劣气 候管理	服务区食 品安全
1	0.333	0.667	1.000	1.000	0.667	0.400	1.000	0.333
2	0.667	0.500	1.000	0.333	0.667	0.500	0.667	1.000
3	0.667	0.667	0.333	0.500	0.667	1.000	0.667	0.333
4	0.400	1.000	0.333	0.400	0.500	0.400	0.667	0.667
5	0.667	0.333	1.000	1.000	1.000	0.400	0.667	0.400
6	0.667	0.667	0.667	0.500	1.000	0.400	0.400	0.400
7	0.400	0.500	1.000	0.400	0.333	0.667	0.400	0.333
8	1.000	1.000	0.667	1.000	1.000	0.500	0.400	0.400
9	0.400	1.000	0.333	1.000	0.400	0.400	0.333	0.500
10	0.667	0.400	0.667	0.400	1.000	0.500	1.000	0.400
11	1.000	0.400	0.500	0.400	0.500	0.333	0.400	0.667
12	0.400	0.667	0.500	0.333	0.667	0.500	0.400	1.000
13	0.667	1.000	0.667	0.667	0.667	0.400	0.667	1.000
14	0.400	0.500	1.000	0.667	0.667	0.400	1.000	1.000
15	0.333	0.667	1.000	1.000	0.500	0.333	0.400	0.333
16	0.400	0.400	0.400	0.333	0.400	0.500	1.000	0.667
17	1.000	0.667	1.000	0.500	0.500	1.000	0.500	0.500
18	0.667	1.000	0.333	0.667	0.500	1.000	1.000	0.333
19	0.667	0.667	1.000	0.333	1.000	1.000	0.400	1.000
20	0.333	1.000	0.333	0.400	0.667	0.333	0.400	0.333
21	0.667	0.333	0.667	0.400	1.000	0.667	0.333	0.400
22	0.333	1.000	1.000	0.400	1.000	0.667	0.500	1.000
23	0.400	0.667	0.400	1.000	0.500	0.400	1.000	1.000
24	1.000	1.000	0.667	0.500	0.400	0.667	0.667	1.000
25	0.500	0.400	0.333	0.667	1.000	0.667	0.333	1.000
26	1.000	0.500	0.500	1.000	0.667	1.000	0.333	0.500
27	0.667	0.500	0.400	0.500	1.000	1.000	0.667	0.333
28	1.000	0.333	0.333	0.500	0.400	0.400	0.400	0.667
29	0.400	1.000	0.500	0.667	1.000	0.667	0.400	0.500

表3 关联度计算结果

评价指标	关联度	排名
加油站设备管理	0.699	1
服务区人员管理	0.670	2
服务区车辆管理	0.639	3
服务区食品安全	0.621	4
司乘人员管理	0.610	5
修配厂设备管理	0.602	6
公共区域管理	0.590	7
恶劣气候管理	0.586	8

表4 加权灰色关联度计算结果

评价指标	加权灰色关联度	排名
司乘人员管理	0.202	1
服务区人员管理	0.123	2
服务区车辆管理	0.112	3
加油站设备管理	0.063	4
公共区域管理	0.058	5
恶劣气候管理	0.038	6
修配厂设备管理	0.022	7
服务区食品安全	0.012	8

由表4可知:司乘人员管理排名最靠前,其次是服务区人员管理,服务区食品安全排名最后。表明高速公路服务区运营管理中人的因素最重要,司乘人员管理和服务区人员管理对运营风险的影响最大。物的因素中,服务区车辆管理和加油站设备管理排名分别为第三、第四,与运营安全息息相关,应着重控制。汽修厂设备管理排名第七,与运营风险的关联性较小。公共区域管理和恶劣气候管理在服务区运营风险环境因素中排名比较靠前,服务区食品安全排名最后,与运营风险的关联性最低。

4 结语

针对高速公路服务区运营风险建立评价指标体

系,利用灰色关联法对湖南省某高速公路服务区运营风险进行分析,确定司乘人员管理和服务区人员管理的灰色关联度排名靠前,高速公路服务区运营中要加强服务区人的管理。

参考文献:

- [1] 邱巧,全利,李丽华.交旅融合背景下重庆特色高速公路服务区主题建设研究[J].公路,2021(10):270—274.
- [2] ODECK J,KJERKREIT A.The accuracy of benefit-cost analyses (BCAS) in transportation: An ex-post evaluation of road projects[J].Transportation Research Part A:Policy and Practice,2019,120:277—294.
- [3] IBRAHIM A H,SHAKER M A.Sustainability index for highway construction projects[J].Alexandria Engineering Journal,2019,58(4):1399—1411.
- [4] 张晨琛,贾利民.高速公路网运营风险分析方法研究[J].中国安全科学学报,2016,26(9):135—139.
- [5] 刘建军,陈赞.高速公路项目运营风险控制机制设计[J].求索,2010(5):71—72.
- [6] 张高潮,曾会英.高速公路建设—运营—移交(BOT)项目风险管理研究[J].中国安全科学学报,2009,19(10):172—176+179.
- [7] 罗勇,李玉文,袁家伟,等.高速公路隧道运营安全风险评估研究[J].现代隧道技术,2016,53(6):25—30.
- [8] 李然.高速公路运营安全风险评价研究[J].交通运输研究,2019,5(1):48—56.
- [9] 张亚青,王相,孟凡荣,等.基于熵权和层次分析法的VOCs处理技术综合评价[J].中国环境科学,2021,41(6):2946—2955.
- [10] 高原,高婧.基于灰色层次分析法的高速公路企业运营效益风险评价研究[J].内蒙古公路与运输,2010(3):29—33.

收稿日期:2022-06-13

(上接第134页)

- [15] 冯焕焕,邓建华,葛婷.引入驾驶风格的熵权法多属性换道决策模型[J].交通运输系统工程与信息,2020,20(2):139—144.
- [16] 刘瑞,鲍学英.基于熵值修正的G2法的绿色施工节水措施效益综合评价[J].水资源与水工程学报,2020,31(3):169—174+179.
- [17] 田伟,王文星.公路隧道设计阶段风险评估中的问题与对策[J].公路与汽运,2020(1):134—138.
- [18] 李忠华,祝孝成,孙松,等.基于熵值法加权灰靶理论

的空心板桥结构状况评价[J].公路与汽运,2020(3):132—135.

- [19] 梁国华,马荣国.对农村公路绩效评价的探讨[J].交通企业管理,2007(9):4—6.
- [20] 曾德全,余卓平,熊璐,等.结构化道路下基于层次分析法的智能车避障轨迹规划[J].华南理工大学学报(自然科学版),2020,48(7):65—75.
- [21] 顾伟祥.基于BSC的某省农村公路绩效评价研究[D].南京:东南大学,2018.

收稿日期:2022-02-22