

基于Delphi-Precedence Chart方法的长途道路 客运班线安全风险评估指标体系研究

——以800 km以上班线为例

单江梁¹, 周银宝², 夏辉², 张晓燕¹, 勾晓晴³, 汪晗³, 何冉³, 刘辉³

¹杭州佳宇安全技术咨询服务有限公司, 浙江 杭州

²杭州市交通运输管理服务中心, 浙江 杭州

³中国计量大学质量与安全工程学院, 浙江 杭州

收稿日期: 2022年6月5日; 录用日期: 2022年6月15日; 发布日期: 2022年6月28日

摘要

长期以来, 长途道路客运班线作为综合交通运输服务网络的重要组成部分, 为人民群众跨区域安全便捷出行提供了重要基础支撑。为了提高800 km以上省际道路客运班线的安全运行水平, 强化在途线路运行管理, 本文以长期从事长途客运班线的企业管理者为调查对象, 设计了12个类目共计58个要素评估指标并进行问卷调查。通过采用Delphi和Precedence Chart相结合的方法进行定性定量分析, 确定“车辆技术等级是否符合标准规范要求”、“车辆驾驶员是否有操作失误情况”、“是否落实车辆安全检查制度, 是否做好出车前后检查”以及“客运车辆是否有运输违禁货物、危险化学品情况”是客运班线运行安全的主要影响指标。研究表明, 应当持续积极改善上述指标, 增强800 km公路以上省际道路客运班线安全管理能力与水平。

关键词

公路客运, 长途班线, 风险指标, 安全评估

Research on Safety Risk Assessment Index System of Long-Distance Passenger Line Based on Delphi-Precedence Chart Method —Taking the Commuter Line above 800 km as an Example

Jiangliang Shan¹, Yinbao Zhou², Hui Xia², Xiaoyan Zhang¹, Xiaoqing Gou³, Han Wang³,
Ran He³, Hui Liu³

¹Hangzhou Jiayu Safety Technology Consulting Service Co., Ltd., Hangzhou Zhejiang

²Hangzhou Transportation Management Service Center, Hangzhou Zhejiang

³College of Quality and Safety Engineering, China Jiliang University, Hangzhou Zhejiang

文章引用: 单江梁, 周银宝, 夏辉, 张晓燕, 勾晓晴, 汪晗, 何冉, 刘辉. 基于 Delphi-Precedence Chart 方法的长途道路客运班线安全风险评估指标体系研究[J]. 管理科学与工程, 2022, 11(2): 161-170. DOI: 10.12677/mse.2022.112020

Abstract

As an important part of the comprehensive transportation service network, long-distance road passenger lines have long provided important basic support for the people to travel safely and conveniently across regions. In order to improve the safe operation of inter-provincial road passenger transport routes over 800 km and strengthen the management of in-transit route operation, this paper takes the managers of long-distance passenger transport routes as the target of the survey, designs 12 categories with 58 evaluation indicators and conducts a questionnaire survey. Through a combination of Delphi and Precedence Chart methods, qualitative and quantitative analyses were conducted to determine “whether the technical level of the vehicle meets the requirements of the standards”, “whether the vehicle driver has made any operational errors”, and “whether the vehicle safety inspection system is implemented”. The main impact indicators on the operational safety of passenger transport routes are “whether the vehicle safety inspection system is implemented and whether pre- and post-trip inspections are carried out properly” and “whether prohibited goods and dangerous chemicals are transported in passenger transport vehicles”. The study shows that the above indicators should be actively improved on a continuous basis to enhance the safety management capacity and level of inter-provincial road passenger transport routes above 800 km.

Keywords

Highway Passenger Transportation, Long-Distance Line, Risk Factor, Safety Assessment

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

我国社会经济飞速发展，成功带动众多行业的崛起。随着高效率、高质量行业的不断增加，安全风险随之而来。面对安全隐患与风险的暴露，理应采取措施实现行业安全。作为提高人民物质生活水平的重要行业，交通安全受到越来越多民众的关注，高速公路也成为改善交通安全的重点[1]。目前高速公路路网覆盖全面，促使公路客运出行费用不断降低，便捷程度不断提高。据国家统计局公布的2020年有关公路客运的数据，2020年公路客运量达到689,425万人，公路旅客运输平均运距67.32 km，公路运营汽车客位数1840.89万个[2]。另一方面，发达的公路客运网也带来了多发的交通事故，如2018年11月3日发生的“甘肃G75兰海高速兰临段重大道路交通事故”[3]和2019年9月28日发生的“长深高速‘9·28’特别重大道路交通事故”[4]，引发经济、财产损失的同时致使了更多人员伤亡的发生。因此，查清当前公路客运中存在的问题、降低或减少事故发生概率刻不容缓。

高速公路安全隐患众多，公路长途客运存在的风险更加不能忽视。与公路旅客67.32 km的运输平均运距相比，公路长途客运班线由于里程长、环境复杂、安全监管难度高，往往具有更大的安全隐患。一般认为当公路客运班线的运输距离超过800 km时，这一班线被称为公路长途客运班线，统计数据表明，将客运班线线路长度按照里程数进行划分，800 km及以上的班线的死亡人数最高，为1.58人/起[5]。可见公路长途客运班线的危险性较普通班线的危险程度更高[6]。因此，为了解长途班线主要风险因素，评估

其安全风险,本研究以超 800 km 运距公路长途客运班线为例,设计了安全风险评估指标体系,以长期驻扎长途客运班线的企业管理者为调查对象,开展了针对此目标的广泛调查。并通过德尔菲(Delphi)与优序图法(Precedence Chart)方法相结合确定各级指标所占的权重,查明主要影响指标,以期为公路长途客运班线的安全运行与管理提供理论指导和技术支持。

2. 研究现状

目前,针对道路交通事故的研究方法,包括灰色-神经网络预测模型[7]、Tobit 回归算法[8]、Ordered Probit 模型[9]以及 Logistic 回归算法[10]等,对道路交通事故的定量分析起到较好的辅助。徐勇[11]研究了雨天情况下路面 SFC(抗滑力)与降雨量、事故发生率以及事故危险率指标(WARR)之间的关系,确定公路抗滑力与事故发生率存在正相关关系,当 SFC 达到规定数值时可以有效减少事故发生频率。薛瑜鹏等[12]基于公安部提供的交通事故数据,采用不同分析方法对交通事故与交通流量之间存在的关联作深入分析,从而确定降低事故发生概率的措施。在定性分析上,学者们也针对相关领域做了大量研究。张文会等[13]构建了结构方程模型,研究人、车、道路与环境、管理因素与高速公路事故路段安全之间的关系,并进行问卷调查,最终确定高速公路事故路段风险的大小排序。陈钊[14]认为公路施工过程中会出现诸多问题,分析了公路施工安全事故的特点以及发生原因,并提出有效的管理对策。孙维富等[15]利用相关理论分析高速公路交通事故与驾驶员、车辆、道路、环境等因素间的关系,以此找到其中存在的相关关系。吕淞[16]以漳永高速公路的 132 处高边坡灾害为研究对象,确定高边坡灾害的易发性、危险性、及易损性指标,将理论应用实际以进行深入定性分析。

定性分析能更好地探究公路运输中存在的问题,而定量分析更侧重于将数值赋予含义从而进行危险性的判定。定性研究为定量研究提供理论依据,定性考核以定量考核结果为基础。两者的结合可以使定量研究中注入多层次的研究方式,也可使定性研究呈现直观性、具体化。因此,必须寻求一种定性定量相结合且易于操作的评估方法以实现公路客运运营安全。

3. 超 800 km 运距公路长途客运班线评估指标设计

公路长途客运班线安全风险评价具有多层面、多指标和全方位的特点。一般来说,超 800 km 运距公路长途客运班线由于里程长、环境复杂、安全监管难度高,往往安全风险更大[17]。因此,我们设计了超 800 km 运距公路长途客运班线评估指标,包括目标层、准则层和指标层(见表 1)。由表 1 可知,准则层分为 12 大类,指标层细分为 58 具体要素。准则层主要根据人、车辆、环境、管理以及安全投入等进行划分,涵盖了交通领域所能涉及到的全部指标,这为超 800 km 运距长途客运班线风险评估的准确性与科学性提供了帮助,对降低事故发生概率有重要意义。

Table 1. Evaluation indicators about long-distance passenger transport line of the highway with distance of over 800 km
表 1. 超 800 km 运距公路长途客运班线评估指标

目标层	准则层	指标层
公路长途客运班线	一、车辆技术风险因子	①车辆技术等级是否符合标准规范要求。
		②车辆是否持有《道路运输证》等有效的证照。
		③车辆是否按规定配备三角木等安全设施设备。
		④运营车辆是否符合国家标准规定的使用年限。
		⑤车辆是否建立有技术档案,内容记载及时、完整和准确。
		⑥是否有专人负责车辆技术管理工作。
		⑦是否落实车辆安全检查制度,是否做好出车前后检查。

Continued

公路长途客 运班线	二、驾驶人员 风险因子	①车辆是否按规定配备两名以上驾驶员，是否有操作失误情况。
		②驾驶员是否有不安全行为、注意力分散现象、疲劳驾驶现象。
		③驾驶员是否出现生理异常、驾驶员心里异常。
		④驾驶员是否按要求控制好连续驾驶时间，并休息到位。
		⑤驾驶员是否按照要求填写《行车日志》等记录。
		⑥驾驶员行驶过程是否正常，是否了解紧急处置相关知识。
	三、安全责任 及信用风险 因子	①企业是否明确班线车辆驾驶员安全生产职责。
		②驾驶员是否签订安全生产责任书，了解责任书内容。
		③是否定期进行安全生产责任制考核。将不安全行为纳入考核。
		④企业的信用等级是否符合相关行业信用管理要求。
⑤企业是否对驾驶员行车安全档案进行管理。		
四、线路环境 风险因子	①车辆是否按照核定线路进行行驶，私自变更线路。	
	②车辆是否存在站外组客现象。	
	③车辆运行线路是否存在长上、下斜坡情况。	
	④车辆运行线路是否存在超长桥梁、隧道(长度 > 3 km)。	
	⑤驾驶员是否对 800 km 以上客运班线的风险明确认知。	
	⑥运行线路是否存在通报的交通流量过大线路及事故多发点。	
五、接驳点管 理风险因子	①企业是否按要求建立接驳点，有完善管理制度，及相关设施。	
	②接驳点交接手续是否齐全，台账及时完整，并告知乘客。	
	③接驳点驾驶员交接时，是否对车辆等设施进行检查。	
六、安全投入 风险因子	①企业是否为旅客投保承运人责任险或安全生产责任险。	
	②企业是否保证安全生产投入的有效实施。	
	③驾驶员是否了解有关安全费用及使用情况。	
七、动态监控 风险因子	①车辆是否安装卫星定位装置并保证正常有效。	
	②车辆是否安装使用具有行驶记录功能的卫星定位系统车载终端和动态视频监控。并保证正常有效。	
	③车辆卫星定位系统车载终端是否接入符合行业标准的监控平台和全国重点营运车辆联网联控系统。并保证正常有效。	
	④平台所录入的车辆和驾驶员的基础资料、车辆技术档案信息是否准确、完整。	
	⑤监控员是否对监控车辆行驶和驾驶员的动态情况了解。	
	⑥是否对营运车辆 24 小时实时动态监控。	
	⑦是否及时纠正和处理超速、疲劳驾驶、故意破坏卫星定位装置等违法违规行为。	
	⑧企业是否建立动态监控工作台账。	
八、安全教育 风险因子	①驾驶员是否定期参加安全教育培训，并考核合格。	
	②驾驶员每年接受再培训，再培训时间不得少于有关规定学时。	
	③驾驶员是否了解安全生产举报电话号码、通信地址等渠道。	
	④驾驶员是否在发车前进行安全事项告知。	

Continued

九、营运管理风险因子	①班线车辆是否按照许可的线路、班次、站点运行，在规定的途径站点进站上下旅客。
	②客运车辆是否按核定人数范围内载客运行，无超员运输。
	③驾驶员是否对中途上车客人是否进行身份核实，并记录。
	④客运车辆是否有运输违禁货物、危险化学品情况。
十、安全隐患排查风险因子	①是否建立事故隐患排查制度，对车辆、驾驶员等进行排查。
	②是否开展多种形式安全检查，对查出的隐患立即进行整改，消除安全隐患。
	③是否对隐患进行登记和治理，是否有中途搭载易燃易爆物品或电瓶车等货物的现象。是否对中途上车的人员进行安保检查。
	④车辆是否建立有安全隐患排查治理档案，内容记载及时、完整和准确。
十一、应急管理风险因子	①车辆是否有班线车辆专项应急预案和现场处置方案。
	②是否制定了疫情防疫专项预案，并对途中上车人员进行体温检测，劝导佩戴口罩，配备应急物资。
	③是否按照应急预案要求配备相应的应急物资及装备。
	④驾驶员是否对应急器材的使用比较熟练。
	⑤驾驶员是否参与应急演练，及是否参与高速服务区、接驳点应急演练。
十二、事故管理风险因子	①三年内是否发生过较大以上交通事故责任事故或死亡事故。
	②是否因安全管理事项被上级主管部门处罚。
	③是否按照“四不放过”的原则开展事故管理。

4. 评估方法

4.1. 德尔菲(Delphi)法

Delphi 法也叫专家调查法，于 1946 年由美国兰德公司提出，其本质上是一种反馈匿名函询法[18]。Delphi 法主要由调查者拟定调查表，通过专家匿名函询的方式对数据作进一步的统计、反馈和重新统计，最终实现调查的估计与预测[18]。通常，Delphi 法的具体操作为：组织者根据相关研究主体呈现的特点确定具体指标体系，选取对研究领域熟悉的高水平人员组成专家组，获取各指标信息的评价结果。最终，组织者根据管理人员们给出结果的情况进行几轮反馈，收敛于统一的指标体系表。目前，Delphi 法已成为我国预测和评估领域的常用方法之一，并广泛应用于医学[19]、教育[20]与互联网[21]等方面。其操作简图如图 1 所示。

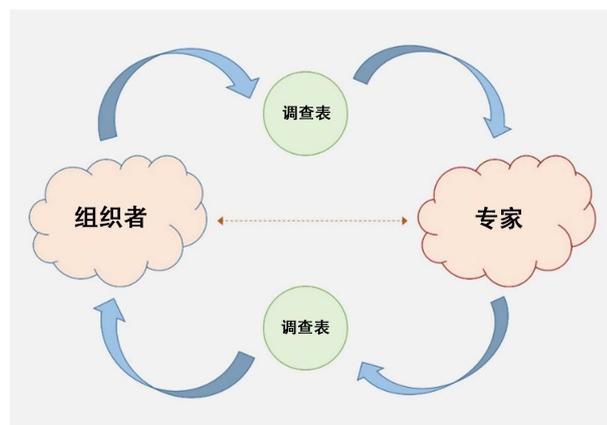


Figure 1. Operation diagram of Delphi method
图 1. Delphi 法操作示意图

4.2. 优序图(Precedence Chart)法

优序图法(Precedence Chart)是美国穆蒂(P. E. Moody)于 1983 年首次提出的, 是通过对多目标决策问题进行两两相对比较, 最后给出全部方案的最优序排序[22]。此方法应用简单, 既能处理定量问题, 又能处理定性问题。优序图法具体的操作步骤为: 确定所需的指标数量并进行编号。假设 n 为评估指标的数目, 那么将 n 个指标分别对比就会形成一个 $n \times n$ 的空白棋盘格, 对横、纵指标作两两对比, 确定二者的优劣性, 并用数字进行标定区分。通常的方法是, 用 1、0.5、0 三个数字来表达, “1”表示两者相较中更大的一方, 意为“更优的”、“重要的”; “0”则表示两者中较小的一方, 意为“不重要的”。若两者相等则填入“0.5”, 表示两者相比是“同等重要的”。棋盘图上对角线上的格子代表序号相同的因素, 即相同因素的比较, 这对于因素间重要性的比较没有参考价值, 所以代表相同序号的格子内都无需填写[23]。因此空白格式如图 2 所示, 白色格子根据实际情况可填“1”或“0”, 紫色格子内应均为 0.5。

	P1	P2	P3	P4	P5
P1					
P2					
P3					
P4					
P5					

Figure 2. Blanket format for the Precedence Chart
图 2. 优序图法的空白格式

按照 Precedence Chart 法的计分方式, 将每项指标各行数字横向相加, 然后分别与总数相除就得到了各指标的权重[24]。Precedence Chart 法利用相对重要性进行打分, 既实现了对指标的定量分析, 又保证了分值的合理性与可靠性。

4.3. Delphi-Precedence Chart 法

在预测与评估领域, Delphi 法和 Precedence Chart 法作用常用方法, 有一定的局限性。Delphi 法主观性较强, 容易因为专家的分歧观点导致反馈的重复与繁琐; 而 Precedence Chart 法的量化也会因为数据的

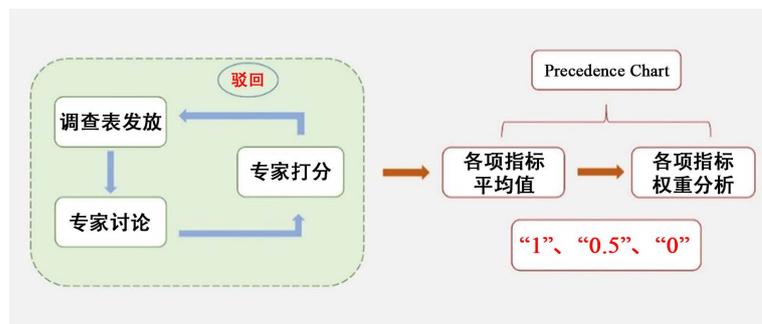


Figure 3. Delphi-Precedence chart implementation process
图 3. Delphi-Precedence chart 实施过程

单一导致两个及以上指标的权重相同,不便实现全部指标的对比。因此,本文尝试将 Delphi 法与 Precedence Chart 法相结合,首先咨询专家确定主要指标的重要度,排除不必要的因素,形成统一格式的调查问卷;其次在专家仔细分析后利用 Precedence Chart 法对指标赋予更标准的数值,评估各项指标的权重大小;最后根据汇总获得各指标相应的重要度,从而更有针对性地预防风险、提高安全水平。具体操作如图 3 所示。

5. 案例分析

5.1. 评估情况

本调查主要针对浙江某市各客运企业中超 800 km 远距公路长途客运班线进行调查,采用 Delphi-Precedence chart 法对客运班线的风险作准确的评估,从而实现定性定量分析。为保证调查信息的客观、公正和准确,摸清超长旅客运输班线的实际运营情况,本研究数据均以普通乘客的身份进行大量实地调研获得。由专家数次讨论商议后确定超长旅客运输班线的风险评估指标(表 1)。针对 58 项指标层进行评估,评估选项为“非常重要”、“重要”以及“不重要”,形成了计分式调查表。调查表以集中开会的方式向各客运企业专业管理人员下发,被调查人员按要求正确填写调查表并被当场收回,共计 48 份有效问卷。

5.2. 评估结果

将有效问卷的结果进行统计,其中针对单张问卷的逐一指标,“非常重要”计 4 分,“重要”计 2 分,“不重要”计 1 分。由此我们将 48 份有效问卷中的 58 个指标的得分进行统计并得到了用于对比的平均值 $A_1, A_2, A_3, \dots, A_{58}$, 其具体的数值如表 2 所示。

Table 2. Table of average indicator scores

表 2. 指标平均分统计表

指标	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7	A_8	A_9	A_{10}	A_{11}	A_{12}
得分	3.24	3.12	2.72	3.00	2.40	2.12	3.12	3.20	3.00	2.80	2.92	2.08
指标	A_{13}	A_{14}	A_{15}	A_{16}	A_{17}	A_{18}	A_{19}	A_{20}	A_{21}	A_{22}	A_{23}	A_{24}
得分	2.72	2.76	2.16	2.36	2.16	2.28	2.40	2.08	2.00	2.56	1.88	2.20
指标	A_{25}	A_{26}	A_{27}	A_{28}	A_{29}	A_{30}	A_{31}	A_{32}	A_{33}	A_{34}	A_{35}	A_{36}
得分	2.24	2.24	2.20	2.16	2.16	2.76	2.60	2.16	3.04	2.72	2.72	2.20
指标	A_{37}	A_{38}	A_{39}	A_{40}	A_{41}	A_{42}	A_{43}	A_{44}	A_{45}	A_{46}	A_{47}	A_{48}
得分	2.48	2.32	3.00	2.56	2.56	2.36	2.04	2.04	2.12	3.08	2.20	2.88
指标	A_{49}	A_{50}	A_{51}	A_{52}	A_{53}	A_{54}	A_{55}	A_{56}	A_{57}	A_{58}		
得分	2.72	2.64	2.36	2.56	2.12	2.12	2.08	2.36	2.28	2.6		

将表 2 中得到的数值 $A_1, A_2, A_3, \dots, A_{58}$, 填入式(1)中并进行判别,其中式(1)是由 0、0.5 和 1 构成的矩阵,如 a_{12} 为 1, a_{21} 则为 0, 依次类推。由于数据较多、指标量较大并未将矩阵全貌展现在本文中。

$$\begin{cases} A_1 & A_2 & A_3 & \dots & \dots & A_{58} \\ A_1 & 0.5 & a_{12} & a_{13} & \dots & \dots & a_{1,58} \\ A_2 & a_{21} & 0.5 & a_{23} & \dots & \dots & a_{2,58} \\ A_3 & a_{31} & a_{32} & 0.5 & \dots & \dots & a_{3,58} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & 0.5 & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & 0.5 & \vdots \\ A_{58} & a_{58,1} & a_{58,2} & a_{58,3} & \dots & \dots & 0.5 \end{cases} \quad (1)$$

将式(1)中得到的结果代入式(2)中进行计算, 得到 $C_1, C_2, C_3, \dots, C_{58}, C_n$ 表示优序图方法下指标的最终分数, 具体数值如表 3 所示。

$$\begin{pmatrix} & A_1 & A_2 & A_3 & \cdots & \cdots & A_{58} \\ A_1 & 0.5 & a_{12} & a_{13} & \cdots & \cdots & a_{1,58} \\ A_2 & a_{21} & 0.5 & a_{23} & \cdots & \cdots & a_{2,58} \\ A_3 & a_{31} & a_{32} & 0.5 & \cdots & \cdots & a_{3,58} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & 0.5 & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & 0.5 & \vdots \\ A_{58} & a_{58,1} & a_{58,2} & a_{58,3} & \cdots & \cdots & 0.5 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \sum_{j=1}^{58} a_{1,j} \\ \vdots \\ \sum_{j=1}^{58} a_{58,j} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} C_1 \\ C_2 \\ C_3 \\ \vdots \\ C_{58} \end{pmatrix} \quad (2)$$

表 3 中一般认为 C_n 越大, 最终计算得出的指标权重就越大。因此可以发现 C_1 得分最高, 其次是 C_8 , 最小的是 C_{23} , 这证明驾驶员对客运班线线路环境中的风险认知在保障超 800 km 远距公路长途的安全运营中占据较小的比例, 发车前车辆和驾驶员都符合相关标准要求是必要且必须的。

Table 3. Indicator scores based on precedence chart
表 3. 指标优序度评分分值表

指标	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9	C_{10}	C_{11}	C_{12}
得分	57.5	55.0	41.5	50.5	30.0	9.0	55.0	56.5	50.5	46.5	48.5	5.5
指标	C_{13}	C_{14}	C_{15}	C_{16}	C_{17}	C_{18}	C_{19}	C_{20}	C_{21}	C_{22}	C_{23}	C_{24}
得分	41.5	45.0	13.5	27.0	13.5	23.0	30.0	5.5	1.5	34.0	0.5	18.0
指标	C_{25}	C_{26}	C_{27}	C_{28}	C_{29}	C_{30}	C_{31}	C_{32}	C_{33}	C_{34}	C_{35}	C_{36}
得分	21.0	21.0	18.0	13.5	13.5	45.0	37.0	13.5	52.5	41.5	41.5	18.0
指标	C_{37}	C_{38}	C_{39}	C_{40}	C_{41}	C_{42}	C_{43}	C_{44}	C_{45}	C_{46}	C_{47}	C_{48}
得分	31.5	24.5	50.5	34.0	34.0	27.0	3.0	3.0	9.0	53.5	18.0	47.5
指标	C_{49}	C_{50}	C_{51}	C_{52}	C_{53}	C_{54}	C_{55}	C_{56}	C_{57}	C_{58}		
得分	41.5	38.5	27.0	34.0	9.0	9.0	5.5	27.0	23.0	37.0		

将表 3 中得到的 $C_1, C_2, C_3, \dots, C_{58}$ 代入式(3)中进行加权计算, 得到最终的权重 $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \dots, \lambda_{58}$, 其具体的数值如表 4 所示。

$$\lambda_j = \frac{C_j}{\sum_{j=1}^{58} C_j} \quad (3)$$

综上, 根据计算及分析结果, 要素 1、要素 8、要素 2、要素 7 以及要素 46 权重赋值最高, 分别对应的内容为“车辆技术等级是否符合标准规范要求”、“车辆是否按规定配备两名以上驾驶员, 是否有操作失误情况”、“车辆是否持有《道路运输证》等有效的证照”、“是否落实车辆安全检查制度, 是否做好出车前后检查”以及“客运车辆是否有运输违禁货物、危险化学品情况”。这充分说明针对超 800 km 运距公路长途客运班线的安全问题, 相关管理人员对车辆本身和驾驶员的担忧较多, 认为在规章制度的约束下, 驾驶员行为存在不规范的地方会导致车辆本身的问题。因此, 在后续的改进过程中, 应当认真落实道路交通安全规范, 严格要求驾驶员操作流程, 保证车辆的安全运行, 培养良好的安全文化。

Table 4. Weighting statistics for each indicator
表 4. 各指标权重统计

指标	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5	λ_6	λ_7	λ_8	λ_9	λ_{10}
权重/%	3.419	3.270	2.467	3.002	1.784	0.535	3.270	3.359	3.002	2.765
指标	λ_{11}	λ_{12}	λ_{13}	λ_{14}	λ_{15}	λ_{16}	λ_{17}	λ_{18}	λ_{19}	λ_{20}
权重/%	2.883	0.327	2.467	2.675	0.803	1.605	0.803	1.367	1.784	0.327
指标	λ_{21}	λ_{22}	λ_{23}	λ_{24}	λ_{25}	λ_{26}	λ_{27}	λ_{28}	λ_{29}	λ_{30}
权重/%	0.089	2.021	0.030	1.070	1.249	1.249	1.070	0.803	0.803	2.675
指标	λ_{31}	λ_{32}	λ_{33}	λ_{34}	λ_{35}	λ_{36}	λ_{37}	λ_{38}	λ_{39}	λ_{40}
权重/%	2.200	0.803	3.121	2.467	2.467	1.070	1.873	1.457	3.002	2.021
指标	λ_{41}	λ_{42}	λ_{43}	λ_{44}	λ_{45}	λ_{46}	λ_{47}	λ_{48}	λ_{49}	λ_{50}
权重/%	2.021	1.605	0.178	0.178	0.535	3.181	1.070	2.824	2.467	2.289
指标	λ_{51}	λ_{52}	λ_{53}	λ_{54}	λ_{55}	λ_{56}	λ_{57}	λ_{58}		
权重/%	1.605	2.021	0.535	0.535	0.327	1.605	1.367	2.200		

6. 结论

为保障长途客运班线的运行安全,减少超 800 km 远距公路长途客运在发车前、中、后期的安全隐患,本文以浙江某市客运企业专业管理人员为调查主体,通过专家人员不断探讨与分析,最终确定公路长途客运班线的 12 大类风险因子,共含有指标要素 58 项。为了彻底摸清在实际情况下各指标的重要程度,使用 Delphi-Precedence Chart 方法,将定性分析与定量分析相结合,以获取更加直观和准确的数据。研究结果表明,“车辆技术等级是否符合标准规范要求”、“车辆是否按规定配备两名以上驾驶员,是否有操作失误情况”、“车辆是否持有《道路运输证》等有效的证照”、“是否落实车辆安全检查制度,是否做好出车前后检查”以及“客运车辆是否有运输违禁货物、危险化学品情况”等因素对长途客运班线安全运行影响较大,应当通过持续改善这些因素促进长途客运班线的安全管理水平。为此,各省际客运班线运营企业可采取以下对策提高安全水平:

1) 加强各班线客运车辆状况检查。车辆是否符合相关标准是其发车的前提。在保障车辆符合一定标准要求后,应加强对客运车辆自身的检查,包括车辆自身状况的记录、报备与检修、车辆的使用年限等,做好出车前后对客运车辆运行情况的检查工作。

2) 培养客运工作人员的专业素养。客运工作人员是客运班线运营企业的核心。客运车辆的风险甄别、安全隐患排查等都需要工作人员具备足够的专业知识与技能。应开设客运工作人员培训班,从基本技能、安全意识、实践经验等方面对其实行定期考核,促使客运工作人员不断提高专业素养,加强专业知识和技能的积累与沉淀。

3) 提高各客运班线运营企业的应急能力。事故发生前做好全面的预防工作,事故发生后也需具备充分的应急能力。各省际客运班线运营企业应重视自身应急预案与应急演练的必要性,根据以往事故发生的特征,确保自身应急材料、物资以及设施的完备,定期进行演练工作,有的放矢,确保事故发生后将损失降到最低。

尽管在当前阶段,我国 800 km 以上长途客运班线正在逐渐减少,鼓励乘客转向铁路或是民航出行,但是提升现有的长途班线运行安全水平依然有重要意义。各地行业主管部门、第三方评估机构、800 km 以上省际客运班线运营企业可以参考本研究结果,结合本地交通综合运输体系和旅客出行需求完善指

标体系、评估方法、评估程序和风险等级判别标准,开展客运班线安全风险评估工作。属地行业主管部门也可以根据具体的评分细则开展道路客运班线的安全监督检查、隐患排查治理工作。

参考文献

- [1] Matthias, G., 胡子红, 周旋, 宁丙文, 米建英, 刘佳, 王光远, 王静, 董晨, 张露丹. 道路交通安全发展报告(2017)[J]. 中国应急管理, 2018(2): 48-58.
- [2] 中华人民共和国国家统计局. 国家数据[DB/OL]. 北京: 国家统计局, 2021. <https://data.stats.gov.cn/easyquery.htm?cn=C01>, 2022-03-10.
- [3] 李喜童. 道路交通安全事故成因及治理——以“11·3”甘肃 G75 兰海高速兰临段重大道路交通事故为例[J]. 中国应急管理科学, 2021(11): 94-107.
- [4] 长深高速“9·28”特别重大道路交通事故[J]. 中国安全生产, 2020, 15(11): 52-53.
- [5] 舒强, 黄金晶, 夏富涵. 我国公路长途客运交通安全管理现状及对策研究[J]. 交通企业管理, 2012, 27(9): 6-8.
- [6] 潘晶莹. 基于物联网技术的公路长途客运安全监管系统研究[J]. 微型电脑应用, 2019, 35(5): 80-82.
- [7] 于海生. 基于 GM-BP 组合模型的道路交通事故预测系统研究[D]: [硕士学位论文]. 重庆: 重庆交通大学, 2020.
- [8] 孟祥海, 刘振博. 基于 Tobit 回归的山区高速公路事故率分析模型[J]. 中外公路, 2020, 40(2): 294-299.
- [9] 刘博, 杨静, 朱经纬, 刘侃. 基于 OP 模型的高速公路交通事故人员伤亡程度分析方法[J]. 交通工程, 2018, 18(2): 34-38.
- [10] 周穆雄, 高岩, 王峻极, 尤志栋. 基于 Logistic 回归的低等级公路重大交通事故分析[C]//第十一届中国智能交通年会大会论文集. 北京: 电子工业出版社, 2016: 334-340.
- [11] 徐勇. 某高速公路路面抗滑力与交通事故的统计分析[J]. 四川建材, 2017, 43(8): 119-120.
- [12] 薛瑜鹏, 邵玉新, 李庆印, 孙爱美, 黄兆辉, 赵军. 高速公路交通事故与交通流量的定量关系分析[J]. 山东理工大学学报(自然科学版), 2022, 36(2): 71-76.
- [13] 张文会, 于秋影, 沈航先. 基于 SEM 的高速公路事故路段行车风险因素辨识[J]. 森林工程, 2021, 37(2): 95-103.
- [14] 陈钊. 公路工程施工安全事故分析及管理控制对策[J]. 西部交通科技, 2020(10): 206-208.
- [15] 孙维富, 席建锋, 郭虹宇. 高速公路交通事故严重程度影响因素分析[J]. 黑龙江交通科技, 2018, 41(5): 200-201.
- [16] 吕淞. 高速公路边坡稳定性风险评估体系工程应用分析[J]. 江西建材, 2016(21): 181+186.
- [17] 孟令祎. 公路长途客运班线管理分析及排班系统的研究与开发[D]: [硕士学位论文]. 北京: 北京交通大学, 2019.
- [18] Brady, S.R. (2015) Utilizing and Adapting the Delphi Method for Use in Qualitative Research. *International Journal of Qualitative Methods*, 14, 1-6. <https://doi.org/10.1177/1609406915621381>
- [19] 赵艺媛, 丁玥, 庞冬, 杨萍, 金三丽, 路潜. 应用德尔菲法构建肿瘤科高级实践护士核心能力框架[J]. 中国护理管理, 2011, 11(8): 27-30.
- [20] 樊长军, 张馨, 连宇江, 候荣理, 康美娟, 赵军亮, 朱媛. 基于德尔菲法的高校图书馆公共服务能力指标体系构建[J]. 情报杂志, 2011, 30(3): 97-100+169.
- [21] 赵玉遂, 许燕, 吴青青, 徐水洋, 徐锦杭. 应用德尔菲法构建网络健康信息质量评价指标体系[J]. 预防医学, 2018, 30(2): 121-124.
- [22] Guo, L., He, B.Z., Liu, Y.G. and Luo, G.Q. (2009) The Application of Precedence Chart in the Construction Project Risk Analysis. *International Conference of Management Engineering and Information Technology*, Zhengzhou, 17-18 October 2009, 416-419.
- [23] 卢璐. 基于优序图法的高校图书馆微信公众平台评价研究[D]: [硕士学位论文]. 郑州: 郑州大学, 2018.
- [24] 邓璐璐, 刘少鹏. 应用德尔菲法和优序图法构建翻转课堂教学指标评价体系[J]. 中华医学教育探索杂志, 2021, 20(6): 628-631.