

高速铁路驾驶员安全驾驶行为研究及探讨

台德清*

中国铁路成都局集团有限公司成都北车站 四川成都

【摘要】近年来,随着世界高速铁路特别是中国高速铁路的日益发展壮大,高铁的运行也存在许多安全隐患,高铁事故也发生多起。为减少和避免更多高铁安全事故的发生,亟需构建一套科学完整、高可靠度的高速列车安全保障体系。首先,通过分析国内外高速铁路典型事故案例,构建了高速列车安全保障体系框架,并简要分析讨论了人、车、路和环境四个因素的组成及其之间的内在联系。通过查阅洛阳铁路分局和大同机务段有关时段事故资料,以及世界主要发达国家铁路事故资料,发现驾驶员因素占比较高。其次,着重对人的因素,特别在驾驶员素质方面,从心理和生理两个方面,进行了细致的分析和详尽的阐述,建立了驾驶员素质评价指标体系。然后,基于典型的事故案例分析与层次分析法(AHP),结合模糊综合评价模型,对驾驶员素质进行量化评估,对二级指标中的24项指标进行量化分析。最终,根据各自在目标层中的权重,评比出较为重要的三个指标。研究结果表明,年龄、动作反应时间及智力权重最高,分别为:0.107、0.058、0.058,对高铁驾驶员的安全驾驶行为影响程度最大。本文通过研究建立高速铁路驾驶员安全驾驶的素质评价体系,并分析其关键影响因素,对今后国内外高速铁路行车安全管理和指挥起着重要作用。

【关键词】高速铁路; 驾驶员; 安全驾驶; 人因分析; 比较矩阵; 归一化处理; 特征向量; 最大特征值; 一致性检验; 权重赋值

【基金项目】四川省科学技术厅重点研发课题(20ZDYF2926)

【收稿日期】2026年3月12日

【出刊日期】2026年4月15日

【DOI】10.12208/j.jer.20260021

Research and explore the high-speed railway safe driving behavior of drivers

Deqing Tai*

Chengdu North Railway Station, China Railway Chengdu Bureau Group Co., Ltd., Engineer, Chengdu, Sichuan

【Abstract】In recent years, with the rapid development of high-speed railways worldwide, particularly in China, numerous safety hazards have emerged in high-speed rail operations, leading to multiple accidents. To reduce and prevent further safety incidents, there is an urgent need to establish a scientific, comprehensive, and highly reliable safety assurance system for high-speed trains. Firstly, by analyzing typical domestic and international high-speed rail accident cases, a framework for the high-speed train safety assurance system was constructed, and the composition of the four factors, vehicle, track, and environment—as well as their intrinsic relationships were briefly analyzed and discussed. By reviewing accident data from the Luoyang Railway Division and Datong Locomotive Depot for relevant periods, as well as accident data from major developed countries was found that driver factors accounted for a relatively high proportion. Secondly, focusing on human factors, especially driver competence, a detailed analysis and elaboration was conducted from both psychological and physiological perspectives, establishing an evaluation index system for driver competence. Then, based on typical accident case analysis and the Analytic Hierarchy Process, AHP combined with a fuzzy comprehensive evaluation model, a quantitative assessment of driver competence was performed, involving a quantitative analysis of 24 indicators within the secondary index. Finally, based on their respective weights in the goal layer, the three most important indicators were identified. The research results indicate that age, reaction time, and intelligence have the highest weights at 0.107, 0.058, and 0.058, respectively, and have the greatest impact on the safe driving behavior of high-speed train drivers. By

*通讯作者: 台德清(1985-)男, 山东菏泽人, 工程师, 硕士, 主要从事铁路运输方向专业技术工作。

establishing an evaluation system for driver competence in safe driving and analyzing its key influencing factors, this study plays a significant role in the future management and command of high-speed rail operation safety both domestically and internationally.

【Keywords】 High-speed railway; Driver; Safe driving; Human factors analysis; Matrix comparison; Normalization; Feature vector; Maximum eigenvalue; Consistency check; Weight assignment

1 前言

安全是铁路运输的生命线,只有保证了铁路运输安全,才能让旅客温馨出行、有序出行、平安出行,才能让铁路在综合运输竞争中具有优势^[1-3]。自建造铁路以来,为确保行车安全,无数的建设者呕心沥血、披荆斩棘、攻坚克难,解决了一个又一个问题和难点。尽管高速列车的发展在我国起步较晚,但发展迅速,截至2026年2月底,全国高铁里程已达到5.02万公里。根据官网铁路规划数据显示,到2030年全国高铁里程目标将达到6万公里。相较普速列车,高铁不仅提高了行车速度,列车运行平稳度、舒适度都有了很大改善,列车的性能以及对环境的影响都有很大改观。高速铁路坚决杜绝重大事故发生,主要是因为高速运行状态下的列车一旦发生设备异常、自然灾害和司机违章操作,可供应急处置的时间很短,可选择补救的措施很有限,列车高速运行的强大动能会产生惊人的破坏力,导致产生次生灾害的可能性很大,比如对桥梁、隧道、站台和建筑物等破坏性巨大,最终造成重大人员伤亡和经济损失。从近30年国内外高铁列车脱线事故案例来看,影响行车安全的主要因素包括人、车、路、环境以及四者之间的内在联系,亟需建立一套完整的综合性的安全保障体系。该体系是以人为核心的人-车-路-环境控制、检测和管理系统。本文重点对安全系统中人(特指驾驶员)的因素进行了详细分析。

2 人的因素在高速铁路安全保障体系中的重要作用

2.1 国内外高铁事故典型案例

经过互联网资料查询,近30年国内外发生的典型高铁事故案例主要有:一是1998年6月3日,清晨5点45分,编号51的ICE-1列车行走884号(威廉·伦琴号)车次,载有400多名旅客从慕尼黑出发,驶向汉堡。行驶过程中,因列车冲出高速铁路轨道,导致101人丧生。二是2000年6月,欧洲之星列车从法国巴黎开往英国伦敦的途中在法国地区发生脱轨事故,事故造成14人受伤。三是2004年10月23日下午,日本朱鹮325号列车从东京出发沿着上越新干线驶向长岗站,下午5点56分突发6.8级地震,列车开始不受控

制发生震动并最终脱轨。由于日本使用了防御地震的新技术,车上151名旅客安然无恙。四是2005年4月25日上午9点18分,从日本大阪出发的JR城际列车,在经过尼崎市路遇弯道,列车司机并没有减速至70千米/小时,最终导致列车脱轨,两节车厢直接飞入附近的一栋公寓楼,造成107人死亡、562人受伤。五是2011年7月23日发生的由北京南开往福州南的D3115次列车运行至甬温线温州境内永嘉站至温州南站间6节车厢脱轨坠落。本次事故造成40人遇难,172人受到不同程度伤害,对行车影响32小时35分,导致直接经济损失1.94亿元。六是2015年11月14日,法国东部斯特拉斯堡附近的高速列车发生脱轨事故,列车坠入河中,造成11人死亡、32人受伤。七是2017年5月1日晚18点47分,一辆德国945号ICE高铁列车在多特蒙德火车站附近铁路拐弯处脱轨。事故除了列车自身原因,也是因为列车轨道损伤导致。八是2017年12月18日,上午七点半左右,由美国西雅图至波特兰的高速铁路在提速后首次运行,这辆车运行至华盛顿皮尔斯县5号州际公路南段时发生脱轨事故。该事故造成至少3人死亡,100多人受到不同程度伤害。九是2022年6月4日发生的由贵阳北站开往广州南站的D2809次列车在贵广线榕江站进站前的月寨隧道口撞上突发侵入线路的泥石流,导致第7号车和第8号车发生脱线,最终造成1人死亡和8人受到不同程度伤害。

2.2 构建高速铁路安全保障体系

通过对上述发生的9起典型事故案例进行系统分析,为避免发生类似事故,亟需构建一套科学完整的高速铁路安全保障体系。一般而言,安全是指在可接受的范围内,生产过程中产生的人员伤亡、财产损失以及对周边环境产生的影响程度。对高速铁路而言,衡量其运行安全的标准是铁路运输设备状态和性能是否完好,以及能否将旅客和货物准时送达目的地。车速的提高对普通列车安全行车的影响微乎其微,而对高速列车的运行安全则影响极大。高速列车运行安全主要涉及人、车、路、环境四大部分,具体包括操作技能人员和决策人员的选用、机车、车辆、车站、道岔、通信信号、

接触网及其他作业的安全检测, 线路、桥梁和隧道的安全检测及灾害与恶劣天气的应急预防等。高速列车安全保障体系结构框图如图 1 所示。

高速列车安全保障体系中的人包括操作人员和决策人员, 如铁路行车系统中的列车调度员、车站值班员、信号员、助理值班员、列车长、列车员和驾驶员等, 这

些人员共同构成了高铁行车工作的主体。由于高铁行车速度高、行车密度大、高中速兼容, 不仅要具有高效能、高可靠性的线路结构, 还要有先进的机车车辆自动化防止故障发生的信号系统。除此之外, 提高驾驶员的监控能力以及发现异常情况的紧急处置能力, 对减少高铁事故仍然起着至关重要的作用。

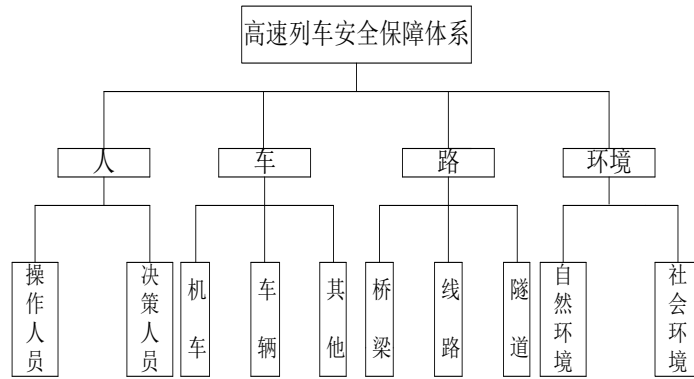


图 1 高速列车安全保障体系结构框图

表 1 高速铁路行车事故中驾驶员的因素

国家或地区	英国	法国	日本	苏联	德国	西班牙	瑞典	南美洲
驾驶员的因素	56.1%	85.5%	40.1%	52.7%	69.7%	92.0%	81.1%	85.7%

2.3 高速铁路行车事故中驾驶员的因素

经过查阅《铁路系统驾驶适宜性和可靠性测试技术及评价》相关资料, 对国内外高速铁路事故中驾驶员因素进行系统研究分析。经过查阅洛阳铁路分局发生的安全事故, 从 1980 年到 1994 年这 14 年, 共发生不同程度的行车事故 71 件, 其中驾驶员因素产生的事故达到 67 件, 占比 94.37%。查找大同机务段的安全事故, 从 1985 年到 2001 年这 16 年, 共发生事故 58 件, 其中驾驶员因素产生的事故有 55 起, 占比 94.83%。查阅世界上主要发达国家所发生的事故, 驾驶员的因素占比也十分惊人, 高速铁路行车事故中驾驶员的因素如表 1 所示^[4]。

由此得出结论, 机车驾驶员的作用是至关重要的, 在所有行车工种中的身份也十分特殊。他是引起高速铁路行车事故的重要因素之一。

3 人因分析

3.1 构建驾驶员素质评价指标体系

生理素质和心理素质^[5]是在进行高速列车驾驶员选拔时, 所要考虑到的两个重要因素。只有对其进行双方面的职业适应性检查, 才能提高机车驾驶员的综合素质, 进而提高机车驾驶员对高速列车驾驶作业的适应程度。

通常, 生理素质 U_1 是指影响运输安全的包括身体状况和生理条件在内的人体生命活动。它主要体现在年龄 U_{11} 、性别 U_{12} 、体力 U_{13} 、耐力 U_{14} 、记忆力 U_{15} 、血型 U_{16} 、视力 U_{17} 、视觉(色觉、形觉、光觉) U_{18} 、听觉 U_{19} 、嗅觉 U_{110} 、智力 U_{111} 、动作反应时间 U_{112} 和疲劳强度 U_{113} 等 13 个方面。心理素质 U_2 是指影响运输安全的人的个性心理特征及心理过程。它主要体现在 11 个方面: 性格 U_{21} 、气质 U_{22} 、情绪 U_{23} 、需要 U_{24} 、爱好 U_{25} 、动机 U_{26} 、注意品质 U_{27} 、意志品质 U_{28} 、心理健康 U_{29} 、安全态度 U_{210} 和职业兴趣 U_{211} 。

驾驶员素质评价指标体系如图 2 所示。

根据驾驶员素质结构建立驾驶员素质评价指标体系, 分为三类: 目标层、一级指标、二级指标。目标层是指评价的对象, 即驾驶员素质。一级指标是为了能有条不紊的分析具体的驾驶员素质即二级指标与目标层之间的关系而建立的。

下面, 主要运用层次分析法(AHP), 结合模糊综合评价模型^[6-9], 进行各级指标两两比较, 得出二级指标对应目标层权重。本次研究, 邀请了 5 名铁路安全专家对构建的比较矩阵(也称为判断矩阵)进行赋值打分, 最终来对机车驾驶员的素质影响指标进行科学的综合评价。

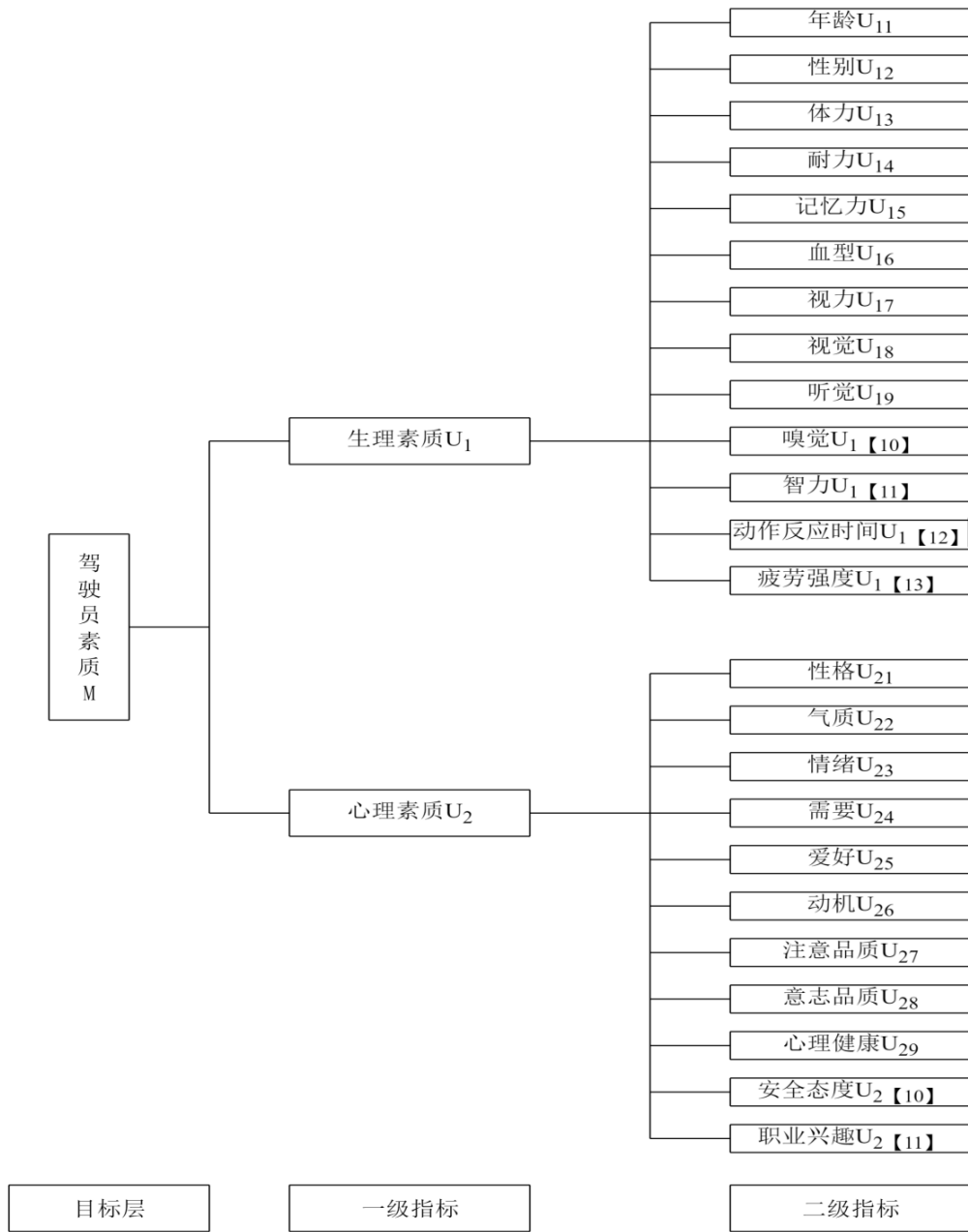


图 2 驾驶员素质评价指标体系

3.2 构造比较矩阵

将一级指标、二级指标中的元素各自进行两两比较，即可得出单一因素与其它相邻因素相对目标层 M 的重要程度，记为 a_{ij} ， a_{ij} 为一致性尺度。

$$a_{ij} = u_i : u_j$$

$$a_{ij} = 1 / a_{ji}$$

(其中 $i=1, 2, 3, \dots; j=1, 2, 3, \dots$)

根据层次分析法的创始人，美国运筹学家 Saaty (萨蒂) 提出的 1-9 尺度， a_{ij} 的取值如表 2 所示：

表 2 a_{ij} 的取值

a_{ij}	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$u_i : u_j$	相同	稍强	强	明显强	绝对强				

根据比较结果得出比较矩阵 A：

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \cdots & a_{nn} \end{pmatrix}$$

首先，请 5 名铁路安全专家对一级指标中的两个因素进行两两比较，并进行主观取值打分，采用平均数值。然后，把数值结果按顺序排列成比较矩阵 A_0 （即一级指标对应目标层建立的比较矩阵）：

$$A_0 = \begin{pmatrix} 1 & 7 \\ 1/7 & 1 \end{pmatrix}$$

$$A_1 = \begin{bmatrix} 1 & 5 & 4 & 4 & 3 & 7 & 3 & 4 & 4 & 6 & 2 & 2 & 3 \\ 1/5 & 1 & 1/2 & 1/2 & 1/2 & 2 & 1/2 & 1/2 & 1/2 & 2 & 1/3 & 1/3 & 1/2 \\ 1/4 & 2 & 1 & 1 & 1/2 & 2 & 1/2 & 1 & 1 & 2 & 1/2 & 1/2 & 1/2 \\ 1/4 & 2 & 1 & 1 & 1/2 & 2 & 1/2 & 1 & 1 & 2 & 1/2 & 1/2 & 1/2 \\ 1/3 & 2 & 2 & 2 & 1 & 3 & 1 & 2 & 2 & 2 & 1/2 & 1/2 & 1 \\ 1/7 & 1/2 & 1/2 & 1/2 & 1/3 & 1 & 1/3 & 1/2 & 1/2 & 1/2 & 1/3 & 1/3 & 1/3 \\ 1/3 & 2 & 2 & 2 & 1 & 3 & 1 & 2 & 2 & 2 & 1/2 & 1/2 & 1 \\ 1/4 & 2 & 1 & 1 & 1/2 & 2 & 1/2 & 1 & 1 & 2 & 1/2 & 1/2 & 1/2 \\ 1/4 & 2 & 1 & 1 & 1/2 & 2 & 1/2 & 1 & 1 & 2 & 1/2 & 1/2 & 1/2 \\ 1/6 & 1/2 & 1/2 & 1/2 & 1/2 & 2 & 1/2 & 1/2 & 1/2 & 1 & 1/3 & 1/3 & 1/2 \\ 1/2 & 3 & 2 & 2 & 2 & 3 & 2 & 2 & 2 & 3 & 1 & 1 & 2 \\ 1/2 & 3 & 2 & 2 & 2 & 3 & 2 & 2 & 2 & 3 & 1 & 1 & 2 \\ 1/3 & 2 & 2 & 2 & 1 & 3 & 1 & 2 & 2 & 2 & 1/2 & 1/2 & 1 \end{bmatrix}$$

$$A_2 = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 & 2 & 2 & 1/2 & 1 & 1 & 1/2 & 1/5 & 1/3 \\ 1/2 & 1 & 1/2 & 1 & 1 & 1/3 & 1/2 & 1/2 & 1/3 & 1/9 & 1/5 \\ 1 & 2 & 1 & 2 & 2 & 1/2 & 1 & 1 & 1/2 & 1/5 & 1/3 \\ 1/2 & 1 & 1/2 & 1 & 1 & 1/2 & 1/2 & 1/2 & 1/3 & 1/7 & 1/4 \\ 1/2 & 1 & 1/2 & 1 & 1 & 1/2 & 1/2 & 1/2 & 1/3 & 1/8 & 1/4 \\ 2 & 3 & 2 & 2 & 2 & 1 & 2 & 2 & 1/2 & 1/4 & 1/2 \\ 1 & 2 & 1 & 2 & 2 & 1/2 & 1 & 1 & 1/2 & 1/6 & 1/3 \\ 1 & 2 & 1 & 2 & 2 & 1/2 & 1 & 1 & 1/2 & 1/6 & 1/3 \\ 2 & 3 & 2 & 3 & 3 & 2 & 2 & 2 & 1 & 1/3 & 1/2 \\ 5 & 9 & 5 & 7 & 8 & 4 & 6 & 6 & 3 & 1 & 2 \\ 3 & 5 & 3 & 4 & 4 & 2 & 3 & 3 & 2 & 1/2 & 1 \end{bmatrix}$$

根据高速列车驾驶职业对驾驶员的能力要求，通过生理素质和心理素质的比较分析，得出比较矩阵 A_0 。由 A_0 可以看出，在驾驶员素质的要求中，生理素质明显要强于心理素质。这说明了，先天性的生理素质在行车过程中，占据了主体地位，起到了主要作用。而在驾驶员的选拔时，后天性的心理素质，却容易被忽视。这与我国高速列车驾驶员的心理素质相对较差的现状相吻合。

然后，运用相同的方法，针对两个一级指标分别建立比较矩阵 A_1 （二级指标对应一级指标 U_1 建立的比较矩阵）和 A_2 （二级指标对应一级指标 U_2 建立的比较矩阵）：

3.3 求出比较矩阵 A_0 、 A_1 和 A_2 的特征向量 W_{A_0} 、 W_{A_1} 和 W_{A_2} 以及最大特征值 λ_{max}

首先，运用列向量归一化处理公式（即用该列每个元素除以该列所有元素之和）将比较矩阵 A 转化为归

一化矩阵 B ，最后归一化处理公式如下：

$$b_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{k=1}^n a_{kj}}$$

$$B = (b_{ij})_{n \times n}$$

根据上述公式得出，一级指标对应目标层归一化矩阵：

$$B_0 = \begin{bmatrix} 0.875 & 0.875 \\ 0.125 & 0.125 \end{bmatrix}$$

其次，根据公式：

$$W_{A1} = (0.214 \quad 0.038 \quad 0.053 \quad 0.053 \quad 0.081 \quad 0.027 \quad 0.081 \quad 0.053 \quad 0.053 \quad 0.034 \quad 0.116 \quad 0.116 \quad 0.081)$$

$$W_{A2} = (0.058 \quad 0.031 \quad 0.058 \quad 0.034 \quad 0.034 \quad 0.089 \quad 0.058 \quad 0.058 \quad 0.110 \quad 0.304 \quad 0.165)$$

以上三个特征向量 W_{A0} 、 W_{A1} 和 W_{A2} 中的数字，分别反映出了一级指标中的因素在目标层和二级指标中的因素在相应一级指标中的重要性。根据上述数据分析得知，一级指标中的生理素质在目标层中的占据较为重要的地位。二级指标中的年龄、动作反应时间、智力等因素在一级指标生理素质中的重要程度依次递减；安全态度、职业兴趣、心理健康在一级指标心理素质中的地位依次降低。特别强调的是这些数据只是反映了所列举指标之间的相对重要性程度，而不是绝对重要性程度。例如在 W_{A1} 中，年龄为 0.214，而动作反应时间和智力分别为 0.116 和 0.116，数字并不是说年龄比

$$W_{Ai} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n b_{ij}$$

对归一化矩阵 B 按行求平均，求出比较矩阵 A 特征向量 W_A ，即 A 的每个相应元素对目标层 M 重要性或权重。

根据上述公式得出：

$$W_{A0} = (0.875 \quad 0.125)$$

W_{A0} 特征向量数据表明：生理素质在驾驶员素质评价指标中权重为 0.875，心理素质为 0.125。生理素质指标权重明显大于心理素质指标。

按照上述步骤和公式计算方法，依次可以得出归一化处理后的另外两个特征向量 W_{A1} 和 W_{A2} ：

后两者绝对重要的程度，只是为了更好地进行量化分析而得出的相对重要程度。

然后，由公式 $\lambda W = AW$ 得出最大特征值 λ_{max} 。根据一致性指标：

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (\text{其中 } n \text{ 为矩阵阶数})$$

对比较矩阵 A 作出一致性检验。若 $CI < 0.1$ ，则 A 具备满意一致性；若 $CI > 0.1$ ，要对 A 进行调整。

根据 Saaty 的计算对应不同的矩阵阶数 n 值，随机一致性指标 RI 值与 n 值的对应关系分别如表 3 所示：

表 3 RI 值与 n 值的对应关系

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
RI 值	0	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.58	1.61

最后，求出一致性比率：

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

对比较矩阵 A_0 、 A_1 和 A_2 进行一致性检验，其一致性检验结果如表 4 所示：

表 4 一致性检验结果

比较矩阵	A_0	A_1	A_2
λ_{max}	2	13.1027	11.0236
CI	0	0.0086	0.0024
RI	0	1.61	1.51
CR	0	0.0053	0.0016

从上表可知,三个比较矩阵的 CR 值都小于 0.01 (远低于 0.1 的阈值),比较矩阵 A_0 、 A_1 和 A_2 均通过了一致性检验。这表示赋予一级指标和二级指标权重数值没有冲突,或者是冲突极小,甚至可以忽略不计。

$$W = \begin{pmatrix} 0.107 & 0.019 & 0.027 & 0.027 & 0.041 & 0.014 & 0.041 & 0.027 & 0.027 & 0.017 & 0.058 & 0.058 & 0.041 & 0.029 & 0.016 \\ 0.029 & 0.017 & 0.017 & 0.045 & 0.029 & 0.029 & 0.055 & 0.152 & 0.082 \end{pmatrix}$$

W 中的数据反映了每个指标在目标层中的重要性,依次来调节每个指标对总体评价结果的影响程度。上述数据显示,年龄(权重 0.107)、动作反应时间(权重 0.058)和智力(权重 0.058)在驾驶员素质评价中占据较为重要的地位,影响程度较大。

4 总结

本文通过收集国内外高铁典型事故案例,对 9 起主要案例进行系统分析,归类总结,建立高速列车安全保障体系框架,着重分析和探讨了体系中的人,特别是驾驶员,进而对人因进行分析,组建驾驶员素质评价指标体系。然后,运用层次分析法对一级、二级指标进行专家量化打分赋值。通过对建立的比较矩阵进行归一化处理,得出特征向量,求出最大特征值。然后,通过三个关键指标:一致性指标、随机一致性指标、一致性比率,对比较矩阵进行一致性检验,确认专家打分值的合理性。最后,参考多层次模糊综合评价模型,对二级指标对应目标层权重进行赋值。最终研究数据表明:年龄(权重 0.107)、动作反应时间(权重 0.058)和智力(权重 0.058)是构成驾驶员素质的 24 项二级指标中的有较大影响力的 3 个指标。因此,在衡量高速列车驾驶员的素质高低时,年龄、动作反应时间和智力是首先要考虑到的 3 个因素。但是我们也不能忽略其他指标在行车安全中所起到的重要作用。生理因素和心理因素是相互影响、制约和彼此关联的,它们共同决定着行车能否安全。通过对驾驶员身心素质进行系统研究,为管内高铁安全运行,乃至中国高铁甚至世界高铁平安开行提供理论上的研究和决策支持,最大程度减少和避免高铁安全事故发生。

在通过一致性检验基础上,参考多层次模糊综合评价模型,建立每个二级指标对目标层 M 综合权重 W 。通过对特征向量 $W_{.A1}$ 和 $W_{.A2}$ 中权重综合分析和计算,得出 24 个二级指标相对目标层 M 的权重:

参考文献

- [1] 张开冉. 低驾龄驾驶人典型驾驶心理_行为特性研究[D]. 成都:西南交通大学,2008.
- [2] 张殿业,耿志修,王家驹,金 键. 铁路运输-铁路行车安全理论及应用技术[M].北京:中国铁道出版社,2004:68.
- [3] 王山,孙全欣,宋晓梅. 高速铁路运行安全系统的研究[J]. 内蒙古科技与经济,2003,(04):69-71.
- [4] 吴培德,苑双军. 影响铁路行车安全因素的分析[J].北方交通大学学报,1995,(9):21-25.
- [5] 叶 龙,沈 梅等. 铁路行车安全与司机生理和心理素质关系的研究[J].中国安全科学学报,1997,(06):10-15.
- [6] 夏兴刚. 管理类大学生就业能力量化评价模型[J].中南财经政法大学,2008,(3):11-15.
- [7] 台德清.铁路货运站站机一体化模式下列尾运用效率提升研究[J].铁道货运,2024,42(5):63-68.
- [8] 台德清.铁路编组站运输效率影响因素与对策分析[J].工程学研究,2025,1(4):39-45.
- [9] Deqing Tai, Mengying Zhou, Kairan Zhang .Analysis of influencing factors and countermeasures on transport efficiency of railway marshalling station[J]. Theory and Practice of Science and Technology,2021,2(1):76-85.

版权声明: ©2026 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

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



OPEN ACCESS