

后疫情时代下基于 WTC 方法的 汽车产业安全预警研究

肖毅¹ 刘曜嘉¹ 胡毅²

¹(华中师范大学信息管理学院, 武汉 430079)

²(中国科学院大学经济与管理学院, 北京 100190)

〔摘要〕 后疫情时代下, 逆全球化加速, 全球价值链呈现出整体规模萎靡、本土化等特征, 国内汽车产业面临着巨大的考验, 不确定性日益增大的市场环境要求汽车产业必须对自身所面临的风险进行监测、防控, 因此急需构建一套有效的汽车产业安全预警体系。结合后疫情时代背景和产业安全理论以及国内汽车市场特点, 本文构建基于 WTC(WSR-TEI@I-CRITIC)方法的汽车产业安全预警模型, 首先基于物理-事理-人理方法构建汽车产业安全评价指标体系, 继而运用 TEI@I 方法论构建基于 Stacking 的 LR-VAR-LSTM 安全评价指标预测模型, 最后采用 CRITIC 赋权法计算汽车产业安全指数, 并构造预警区间, 判断产业安全状况。实验表明, 基于 WTC 方法的汽车产业安全预警模型显示出良好的预测效果, 且能够根据后疫情时代下国内外市场变化及时做出响应。

〔关键词〕 WTC 方法 产业安全预警 WSR 理论 TEI@I 方法 CRITIC 赋权法 后疫情时代

DOI: 10.3969/j.issn.1004-910X.2022.06.018

〔中图分类号〕 F407.471; F062.9 **〔文献标识码〕** A

随着新型冠状病毒肺炎疫情(下文简称“疫情”)在全球范围内大面积爆发, 基于全球分工和国际贸易的全球价值链遭受巨大冲击, 致使全球价值链呈现出整体规模萎缩、本土化、数字化转型加快等特征。受疫情影响, 很多国家出台了疫情封锁限制政策, 全球性投资活动受到了极大影响, 国际贸易增长乏力。同时在疫情的冲击下, 技术民族主义的观念在全球范围内迅速扩张, 世界主要经济体均会在“经济主权”视角下对产业链和技术链的“安全因素”进行战略思考, 将“安全”置于“成本”之上进行自身产业链的再调整和再配置, 强调经济自主高于全球化收益, 未来全球价值链和供应链发展更加趋向于国内本土化。此外, 新冠肺炎疫情将长期引导后疫情时代的全球价值链变革, 加速数字化转型, 因此在后疫情时代, 全球数字价值链也会成为国家经济安全的重要组成部分。在新冠肺炎疫情和中美经贸摩擦双重影响下, 作为全球制造中心, 我国的供应链安全和产业链地位都受到了严重冲击, 尤

其是汽车产业受影响最为严重, 汽车产业作为一个全球化最全面、最彻底的产业, 包含了全球价值链中所有的要素与属性。受疫情影响, 国内汽车产业将面临进口零部件断供、外资撤资、供应链外迁等一系列问题, 如何对汽车产业的安全状况进行及时有效地预警成为迫切需要研究的问题。

1 文献综述

目前, 国内关于产业安全预警的研究取得了丰富的研究成果, 但仍然存在一些问题。从研究对象来看, 大部分研究集中于金融^[1]、农业^[2]、高新技术产业^[3,4]等产业, 对于汽车产业开展产业安全预警的研究较少。从预警方法来看, 传统的预警方法主要分为计量经济预警模型、人工智能预警模型以及组合预警模型。Altman 等^[5]改进了 Z-score 模型并应用于财务预警, 提高了预警精确度。杨淑娥和徐伟刚^[6]构建了 Y 分数财务预警模型, 预测准确率得到了很大提升。Ohlson^[7]首次将 Logistic 模型引入财务危机预测, 预测准确率得到了很大的提高。胡毅等^[8]运用 Logit 模型对银行

收稿日期: 2022-03-24

基金项目: 教育部人文社会科学研究规划基金项目“基于群智能优化策略的大数据混合预测方法及其应用研究”(项目编号: 21YJA630098)。

作者简介: 肖毅, 华中师范大学信息管理学院教授。研究方向: 产业安全, 大数据管理与应用。刘曜嘉, 华中师范大学信息管理学院硕士研究生。研究方向: 大数据管理与应用。胡毅, 中国科学院大学经济与管理学院教授。研究方向: 计量经济。

客户贷款违约风险进行预警研究。李鸿禧和宋宇^[9]利用共线性检验和时间相依Cox回归构建动态财务预警模型。运用计量经济方法构建的预警模型解释力度较强且相对比较简单,但是这些模型一般具有严格的假设前提条件,并对样本数量有较大的要求,在实际应用中,这些约束条件通常很难满足。与计量经济方法不同的是,运用人工智能技术构建预警模型没有很多严格的前提假设,杨淑娥和王乐平^[10]构建了BP神经网络财务预警模型。倪志伟等^[11]将“流型学习”和“多核SVM”相结合,提出一种混合算法财务预警模型。Iturriaga和Sanz^[12]建立了神经网络模型对美国银行破产情况进行预警研究。王昱和杨珊珊^[13]构建考虑多维效率指标的上市公司财务困境人工神经网络预警模型。人工智能预警模型拥有很好的泛化能力和较强的预测能力,但是它们也存在“黑箱”问题,使得所建立的模型缺乏解释力。随着组合预测方法的不断发展,有学者考虑将组合预测思想带入预警模型的构建中,张亮等^[14]基于信息融合方法将Logistic回归模型与支持向量机相组合,并应用于公司财务预警研究。吴冲等^[15]对粒子群算法进行改进,并将模糊聚类和概率神经网络进行组合构造企业财务预警模型。李慧等^[16]在企业财务预警研究中建立了网络层级分析法(DANP)双层惩罚变权时间序列综合财务预警模型。迟国泰等^[17]将逻辑回归与BP神经网络进行组合,对中国上市公司ST状态进行预警。组合预警模型具有较高的预测精度,但在模型建立过程中仍然存在一些问题:(1)预警模型中赋权方法通常采用的方法为层次分析法(AHP)以及主成分分析法,并不能保证评价结果的客观性;(2)现有的预警模型构建大多数忽视了对数据特征进行识别,并且忽视了各指标之间的相互作用。

基于此,本文的主要创新和特色有4点:(1)针对产业安全预警问题,本文提出了WTC方法,能更系统、有效地识别重要影响因素,并使得预警模型效果更优;(2)从指标选取来看,在结合后疫情时代背景与我国汽车市场特点的基础上,本文采用WSR理论识别影响因素,进而构建汽车安全评价指标体系;(3)从建模方法来看,本文基于TEI@I方法论集成文本挖掘方法、计量经济方法与机器学习方法构建汽车产业安全预警模型,从而提高预警精确度;(4)从赋权方法来看,本

文采用CRITIC赋权法,利用数据自身属性进行安全评价。

2 WTC方法简介

后疫情时代下,逆全球化现象凸显。全球经济呈现“新型长期衰退”态势,各国更加注重本土的经济主权和安全性,汽车行业产业链条长,产业关联度高,短期内通过蝴蝶效应受到疫情的较大冲击,面临订单下降、成本上升以及重要进口零部件停供等各种不确定性风险。当前,国内汽车产业安全研究还未形成系统、综合的安全预警体系。WSR方法论以东方哲学观为指导,结合中国古代的系统思想,通过物理-事理-人理分析框架更好地解决评价视角过于单一和评价过程缺乏系统性等问题。TEI@I方法论综合运用文本挖掘、计量经济模型、人工智能技术及集成方法为解决具有非线性、突变性与时变性特征的复杂系统预测提供了理论依据。CRITIC赋权法综合衡量指标间的内部冲突,能够更加客观、合理地设置指标权重。因此,在结合后疫情时代背景和产业安全理念的基础上,建立一套具有中国特色的汽车产业安全预警模型,更加贴合中国市场,更加符合国内产业安全管理需要。

WSR-TEI@I-CRITIC(WTC)方法是由物理-事理-人理WSR方法论和TEI@I方法论以及CRITIC赋权法组成的方法,WTC方法框架如图1所示,建模具体步骤如下:

(1)基于WSR理论进行产业安全影响因素识别。基于物理、事理和人理3种视角对汽车产业安全链进行分析,同时结合后疫情时代背景、产业安全理论与国内汽车市场特点构建汽车产业安全评价指标体系。

(2)基于TEI@I方法对各指标进行综合集成预测。结合TEI@I理论构建针对安全评价指标体系的预测模型理论框架,分别运用回归模型、VAR以及LSTM对各指标进行预测,最终采用Stacking集成方法对计量经济模型和人工智能模型进行集成,得到最终指标序列。

(3)基于CRITIC法进行指标赋权。①运用CRITIC法对最终指标序列进行赋权;②计算汽车产业安全指数,并根据汽车产业安全指数划分预警区间;③根据以上步骤所得结果进行预警分析,并提出管理建议。

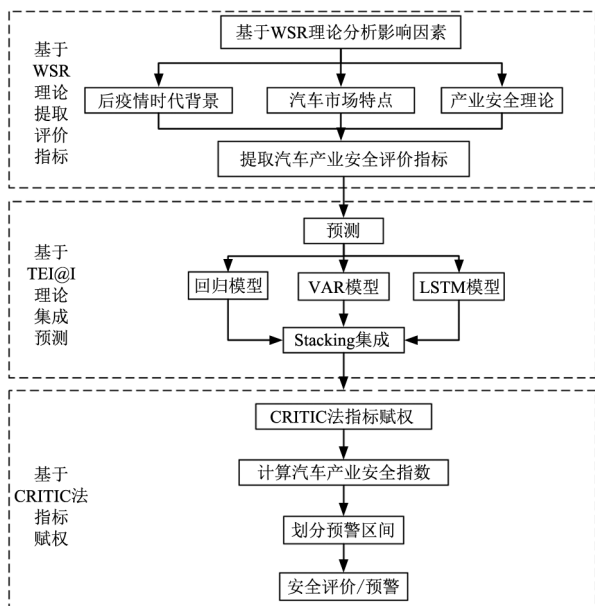


图1 基于WTC方法的汽车产业安全预警模型理论框架

3 基于WTC方法的汽车产业安全预警模型构建

3.1 基于WSR理论的评价指标体系构建

后疫情时代下,各国面临着疫情防控和经济重启的两难局面。新冠肺炎疫情在全球的爆发和蔓延使得汽车产业链上的各类生产要素供给断裂,链条上的节点逐渐脱节,全球生产、贸易活动出现明显停滞。不确定性日益增大的市场环境、汽车产业链错综复杂的结构等问题使得分析产业安全影响因素变得更加困难,但一套科学合理的评价指标体系是进行安全预警的首要前提,因此评价指标的选取尤为重要。WSR方法论能够解决具有层次性、非结构化的复杂系统问题,因此利用WSR理论的思想能够更好地识别汽车产业安全影响因素,进而构建出一套科学、合理的评价指标体系。

构建汽车产业安全评价指标体系,首先需要识别影响汽车产业安全的相关因素,因此需要结合WSR理论重点研究汽车产业链中各环节以及各参与方之间的协调工作。通过对WSR方法论相关文献进行梳理,物理、事理和人理3个方面在具体实践过程中应根据研究对象和实践领域的不同而进行灵活变通。基于此,汽车产业安全系统中的物理就是汽车产业链中人们所面对的客观存在,即汽车、零部件及相关配套设施等;事理是指汽车产业链中人、财、物的调动以及遇到的问题,即汽车产业生产运营管理;人理是指汽车产业链中涉及的人和组织的关系,即汽车产业生产运营

中涉及的部门或人员。三维度视角下,基于WSR理论的汽车产业安全影响因素识别框架如图2所示。通过这一框架可以从物理-事理-人理3个层面分别识别影响汽车产业安全的评价指标,进而为汽车产业安全预警模型构建提供基础。

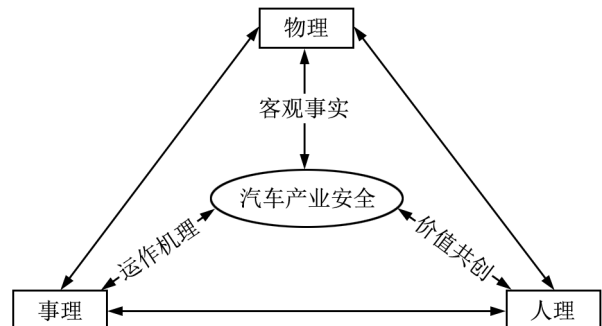


图2 基于WSR理论的汽车产业安全影响因素识别框架

3.1.1 汽车产业安全物理层构建分析

在汽车产业安全影响因素识别框架中,物理层是保障汽车产业安全的重要基石。主要涉及组成汽车产业链的客观存在,包括汽车整车、零部件及相关原材料,因此需要对汽车产业链进行分析,提取影响产业安全因素,进而构建汽车产业安全物理层。汽车产业链如图3所示,我国汽车产业链已深度融入全球专业化分工体系,产业链条长,产业关联度非常高。国内疫情初期,出口检疫更加严格,导致中国向外出口零部件速度放缓,“断供”问题尤为明显,使得许多外国在华工厂纷纷停工停产。随着国内疫情得到初步控制,国内汽车产业链和供应链开始逐步复苏,但国外疫情情况却相对严峻,进而反向制约中国汽车产业的发展。国内整车和部分核心零部件进口依赖德国、美国等生产强国,“断供”问题反向影响国内汽车产业。结合国内汽车产业特点和后疫情时代背景来看,确保汽车产业链中汽车及其零部件供应安全是维护汽车产业安全的重要部分,因此,物理层的评价指标应在反映国内汽车市场行情的同时,关注影响汽车及其零部件供求方面的相关因素。影响汽车及其零部件供求方面的因素有很多,主要包括汽车产业产品总产量、汽车工业总出口额、汽车工业总进口额、核心零部件产品进口额、世界汽车出口贸易总额等。

通过对物理层汽车产业安全影响因素进行识别,进一步对物理层的指标进行甄别提取,物理层评价指标选取结果如表1所示。

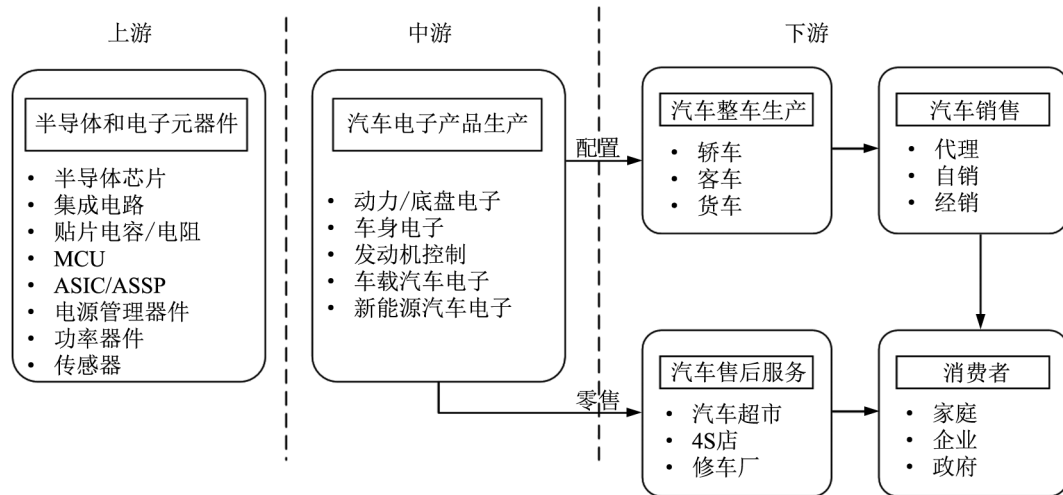


图3 汽车产业链全景图

表1 汽车产业安全物理层评价指标

指标名称	表示	属性	指标解释
产业国际市场占有率	w_1	定量	产业出口贸易总额/世界汽车出口贸易总额
贸易竞争优势指数	w_2	定量	表明国内汽车生产效率高于高级水平, 越大则竞争优势越大
显示性比较优势指数	w_3	定量	衡量国内汽车产业在国际市场竞争力水平
产业集中度	w_4	定量	衡量国内汽车产业竞争性和垄断性
产业进口依赖度	w_5	定量	汽车产业进口依存度越高, 表明对国外依赖程度越大

3.1.2 汽车产业安全事理层构建分析

WSR理论中的事理层强调管理和做事的道理, 相较于物理层更加凸显主观能动性。汽车产业安全评估中的事理层主要分析汽车产业在生产运营过程中人、财、物的安排, 以及遇到的问题, 因此, 事理层的评价指标应该关注收益以及支出等方面。构建汽车产业安全事理层评价指标, 需要明确汽车产业生产运作系统各环节中影响产业安全的因素, 故本文通过对汽车产业生产运作系统进行分析, 结合实际情况, 提取出生产运作各环节中影响产业安全的因素。汽车产业的生产运作管理分为战略规划、系统设计、运行控制以及维护改进4个阶段, 在战略规划阶段, 企业高层确定企业发展目标、方针, 并结合当前汽车市场状态以及外部环境做出相应的战略部署, 制定战略方案。在后疫情时代下, 各国政府为保障本土供应链稳定性鼓励跨国公司回流, 国内大部分汽车厂商面临供应链结构变动风险。此外, 在新冠肺炎疫情的冲击下全球大规模停工停产, 国内汽车厂商面临外资撤资风险, 因此, 在战略规划阶

段要更加注重国内汽车产业国外资本存量、外资企业产值、外资企业利润总额等影响因素, 避免外资撤资带来的严重危害。在系统设计阶段, 企业会根据战略规划的要求对企业的生产运作系统进行设计, 其中包括产品决策与设计、确定工艺路线等。受全球新冠肺炎疫情的影响, 技术民族主义观念在全球范围内迅速扩张, 关键技术、关键基础设施乃至敏感数据等诸多领域受到严格管控。技术分工效率大大降低, 汽车产业变得扭曲、封闭, 因此, 在系统设计阶段应着重关注国外核心技术依赖度, 降低技术民族主义风险。在运行控制阶段, 企业会根据生产运作系统设计方案对系统日常运行进行计划、组织与控制, 主要包括预测产品需求量、确定产品种类及产量、编制生产计划以及成本控制。受疫情影响, 群众消费意愿下降, 购车能力减退, 购车计划推迟。此外, 疫情不但造成销量下滑, 也同样导致各项成本支出大幅度上升, 国内个别中小车企资金周转困难, 面临破产风险。因此, 在运行控制阶段应密切关注汽车产业利润总额、营业收入等影响因

素。在维护改进阶段，主要是对生产运营系统出现的问题进行改进和维护，其中包括改进设备、质量保证、技术变革与创新等。后疫情时代下加大技术创新力度、培育行业新技术成为汽车产业发展的新热点，因此，在维护改进阶段要考虑企

业创新能力及 R&D 经费支出等影响因素。

在对汽车产业生产运作系统进行分析后，识别出事理层汽车产业安全影响因素，进一步对事理层的评价指标进行提取，事理层评价指标如表 2 所示。

表 2 汽车产业安全事理层评价指标

指标名称	表示	属性	指标解释
利润销售率	s_1	定量	汽车产业利润总额/营业收入
资产贡献率	s_2	定量	汽车产业利润总额/汽车资本总额
R&D 投入强度	s_3	定量	汽车产业 R&D 经费支出/营业收入
产品技术依存度	s_4	定量	核心产品进口额/产业总产值
产业资本对外依赖度	s_5	定量	对外资的依赖程度越高，外资撤资危害越大
外资股权控制率	s_6	定量	外资企业总产值/汽车产业总产值
外资市场控制率	s_7	定量	外资企业利润总额/汽车产业利润总额

3.1.3 汽车产业安全人理层构建分析

人是汽车产业平稳运行不可或缺的重要元素，人的主观能动性及创新能力可以推动汽车产业发展，人与汽车产业实现价值共创。人理是指在实施管理或决策时需要依靠人来进行协调，人理层的评价指标应聚焦于汽车生产制造过程中参与的人员数量以及人员的综合素质。人理层汽车产业安全影响因素包括：汽车产业年从业平均人数、

工程技术人员占比、职工人数等。除此之外，考虑到国内外疫情严重程度对中国汽车产业的影响，因此在构建汽车产业安全人理层评价指标时，需要引入能够直接反应国内外疫情严重程度的相关指标，如与中国汽车市场联系紧密的相关国家的每年新冠肺炎确诊数、每年新增新冠肺炎治愈数。

基于对汽车产业安全人理层的分析，提取相应评价指标，人理层评价指标如表 3 所示。

表 3 汽车产业安全人理层评价指标

指标名称	表示	属性	指标解释
劳动生产率	r_1	定量	汽车生产总值/从业人员年平均人数
资产密集度	r_2	定量	汽车产业总资产/从业人员年平均人数
R&D 人力强度	r_3	定量	工程技术人员/职工人数
每年新冠肺炎治愈率	r_4	定量	主要相关国家每年新冠肺炎治愈率
每年新冠肺炎死亡率	r_5	定量	主要相关国家每年新冠肺炎死亡率

3.2 基于 TEI@I 理论的综合集成预测

利用 WSR 理论在对汽车产业安全影响因素进行识别后，分别从物理、事理和人理 3 个层面提取出 17 个评价指标，构建出基于 WSR 理论的汽车产业安全评价指标体系。由于汽车产业安全预警是一个复杂系统，过往研究采用单一模型开展分析和预测，容易受到模型局限性的影响。基于此，本文以 TEI@I 方法论为指导，构建基于 Stac-

king 集成方法的 LR-VAR-LSTM 预测模型，以提高预测精度，基于 TEI@I 理论的汽车产业安全评价指标预测模型流程图如图 4 所示。本文首先采用 min-max 归一化方法对各指标进行无量纲化处理，考虑序列的平稳性，在将数据送入预测模型之前，进行 ADF 检验。其次，在经济计量方面，本文选择了回归模型和 VAR 模型。回归模型能够揭示自变量与因变量的影响程度大小，并能够分

析各指标数据的主要趋势。VAR模型可以刻画变量之间的动态线性相关关系,可以更好地探讨影响汽车产业安全因素之间的相互影响和密切联系。在智能技术方面,本文所用到的LSTM模型是由RNN发展而来,很好地解决了梯度消失问题,同时还具有计量经济模型所不具备的高预测精度,能够更好地提升预测效果。最后,本文采用了Stacking集成方法对计量经济模型与人工智能模型进行集成,与其他集成技术不同的是,Stacking集成法并行训练各个初级学习器,然后通过一个元模型将它们进行组合,进而提升预测精度。本文选用线性回归、VAR以及LSTM作为初级学习器,然后通过训练多元线性回归模型将其进行组合,得到最终预测结果。

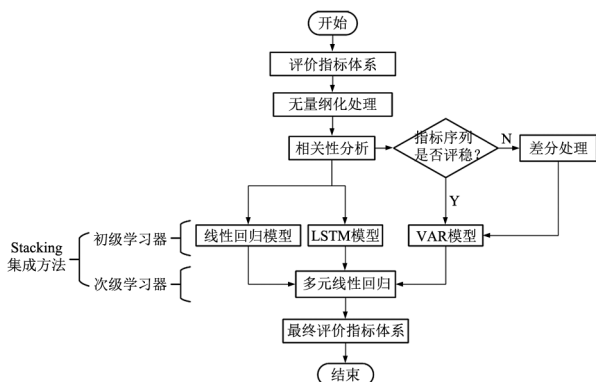


图4 基于TEI@I理论的汽车产业安全评价指标预测模型流程图

3.3 基于CRITIC法的指标赋权

基于WSR方法论和TEI@I方法论进行了产业安全评价指标提取和评价指标序列预测,进而得到了最终指标序列。为了更加客观、真实地反映各指标的重要性,本文采用CRITIC赋权法,CRITIC法能够根据指标数据内部变异程度以及指标间相关性确定各评价指标的权重值,可以有效减少人为因素所带来的不确定性。本文首先采用标准差系数代替标准差,消除量纲影响;其次对相关系数取绝对值,消除正负号影响。

设存在 m 个对象, n 个指标,评价指标数据为 x_{ij} ,其中 $i=1, \dots, m; j=1, \dots, n$,根据CRITIC方法计算各指标权重,计算第 j 项指标的信息量:

$$c_j = \frac{\sigma_j}{\bar{x}_j} \sum_{i=1}^m (1 - |r_{ij}|) \quad (1)$$

其中, σ_j 、 \bar{x}_j 分别为第 j 项指标的标准差和平均值, r_{ij} 为第 i 项指标与第 j 项指标之间的相关

系数。然后计算第 j 项指标的权重:

$$w_j = \frac{c_j}{\sum_{j=1}^n c_j} \quad (2)$$

4 实证研究

4.1 数据收集及相关性分析

基于上文构建的汽车产业安全预警模型,进一步对后疫情时代下汽车产业安全开展实证研究。选取了我国2010~2020年汽车市场为研究对象,其中相关评价指标数据均来源于《中国工业统计年鉴》、《中国科技统计年鉴》、WTO数据库以及WHO数据库。通过对中国汽车市场以及汽车产业进出口状况的考察,每年新冠肺炎治愈率以及每年新冠肺炎死亡率两个指标所涉及的国家包括:中国、美国、德国、法国、日本、韩国以及荷兰7个国家。

各指标之间相互影响、联系紧密,共同构成一个复杂系统,因此,在建立预测模型时,需要综合考虑各指标之间的关联程度。本文在对指标数据进行收集和归一化处理,进一步对各评价指标之间的相关性进行分析。

4.2 LR-VAR-LSTM预测模型构建

基于对评价指标相关性分析的结果,本文分别采用LR、VAR、LSTM以及基于Stacking集成方法的LR-VAR-LSTM模型对各评价指标进行建模预测,将2010~2019年的指标数据作为训练集,2020年的指标数据作为测试集。

本文以产业国际市场占有率 w_1 为因变量,与产业国际市场占有率 w_1 的相关系数大于0.6的评价指标为自变量,即贸易竞争优势指数 w_2 、显示性比较优势指数 w_3 、产业集中度 w_4 、劳动生产率 r_1 、资产密集度 r_2 以及R&D人力强度 r_3 ,构建线性回归模型,其余指标也分别按照同样思路构建线性回归模型进行预测。

为了更好地反映各评价指标之间的联动关系,本文利用所选取的17个产业安全评价指标建立VAR模型。首先进行平稳性检验,并对不平稳序列进行一阶差分,对一阶差分后仍未通过平稳性检验的指标变量将采用LSTM模型对其进行预测。然后通过比较不同滞后阶数下的AIC值来确定最优的滞后阶数,最终确定滞后阶数为1的VAR模型。

本文搭建的LSTM模型中,隐藏层有50个神

经元, 输出层有1个神经元, Mean Absolute Error (MAE)函数作为损失函数, 优化算法为Adam。

本文通过多元线性回归模型将LR、VAR以及LSTM模型进行组合, 选用5折交叉验证, 最终构建了基于Stacking集成方法的LR-VAR-LSTM预测模型。

利用上述的4种预测模型分别对2021年的汽车产业安全各评价指标进行预测, 并计算各模型的均方误差(MSE)、标准误差(RMSE), 结果如表4所示。可以看出, 单一预测模型的表现都不够优异, 基于Stacking集成方法的LR-VAR-LSTM预测模型效果最优。

表4 预测效果比较

预测模型	MSE	RMSE
线性回归模型	0.006858	0.082813
VAR模型	0.008884	0.094255
LSTM模型	0.005916	0.076915
LR-VAR-LSTM模型	0.001385	0.037216

4.3 CRITIC法指标赋权

在指标赋权方面, 传统的赋权方法往往存在权数受主观因素影响较大、权数分配受样本数据随机性影响等问题, 因此本文采用CRITIC赋权法确定各指标的权重, 结果如表5所示。

4.4 汽车产业安全预警及结果分析

借鉴产业安全研究流行的安全度划分方法, 将汽车产业安全评价结果分为安全、相对安全、临界、不安全、危机5种等级, 对应的预警区间分别为[0.8, 1]、[0.6, 0.8]、[0.4, 0.6]、[0.2, 0.4]、[0, 0.2], 对应的安全等级分别为A、B、C、D、E。

根据上文的各评价指标数据以及指标权重, 对2010~2021年我国汽车产业安全总体状态进行预警研究。本文借鉴史欣向等^[3]的研究方法, 构建如下汽车产业安全指数计算模型:

$$S = \sum_{i=1}^n W_i \times X_i \quad (3)$$

其中S为汽车产业安全指数, W_i 为各评价指标权重, X_i 为各评价指标数据。2010~2021年汽车产业安全指数计算结果如表6所示。

表5 汽车产业安全评价指标组合赋权结果

汽车产业安全评价指标	CRITIC赋权法
产业国际市场占有率 w_1	0.0806
贸易竞争优势指数 w_2	0.0542
显示性比较优势指数 w_3	0.0514
产业集中度 w_4	0.0614
产业进口依赖度 w_5	0.0632
利润销售率 s_1	0.0671
资产贡献率 s_2	0.0703
R&D投入强度 s_3	0.0561
产品技术依存度 s_4	0.0535
产业资本对外依赖度 s_5	0.0564
外资股权控制率 s_6	0.0484
外资市场控制率 s_7	0.0491
劳动生产率 r_1	0.0463
资产密集度 r_2	0.0664
R&D人力强度 r_3	0.0484
每年新冠肺炎治愈率 r_4	0.0571
每年新冠肺炎死亡率 r_5	0.0704

表6 2010~2021年汽车产业安全指数计算结果

年份	安全指数	安全状态	安全等级
2010	0.41885	临界	C
2011	0.41235	临界	C
2012	0.45175	临界	C
2013	0.54139	临界	C
2014	0.54867	临界	C
2015	0.61527	相对安全	B
2016	0.59052	相对安全	B
2017	0.61912	相对安全	B
2018	0.66267	相对安全	B
2019	0.53781	临界	C
2020	0.45061	临界	C
2021	0.41688	临界	C

如表6所示, 2010~2018年间我国汽车产业安全状况总体处于上升趋势, 在2010~2014年间我国汽车产业处于临界的状态, 2015~2018年间我国汽车产业处于相对安全的状态, 安全状态的提升主要得益于自主创新能力的提高和内资企业

竞争力的增强。汽车行业具有明显的规模经济效益,需要同时在控制成本和提高收入两方面表现出色,才能实现盈利。同时由于汽车行业的典型周期性,不确定性因素往往会对汽车企业产生极大的冲击。2019年我国汽车产业状况下降至临界状态,从产能供给、市场需求、竞争格局以及行业集中度等维度判断,我国汽车产业正处于成长期向成熟期过渡的阶段,头部效应不断显现,市场需求高位波动。与此同时,新冠肺炎疫情蔓延以来,全国各地展开疫情防控工作,大部分汽车厂商停工停产,物流系统停滞,我国汽车产业遭到了重大冲击。汽车行业累计销量同比增速为-8.2%,利润降幅大于销量降幅,利润总额增幅为-13.9%。

在2020年,我国汽车产业状况仍未得到好转,处于临界状态,究其原因发现:(1)受疫情影响,市场不确定性危机扩大,短期内消费能力明显下降,2020年全年汽车产销同比分别下降2%和1.9%。同时,全国各地均出台了延迟复工通知以及各种限行严查措施,直接导致企业无法正常开工,零部件供应紧张。从进出口情况看来,2020年1月~11月,汽车整车出口辆同比下降9.8%,出口金额同比下降4.5%。随着新冠肺炎疫情在国外的不断蔓延,一些国家和外国企业以疫情防控为理由,撤消了原有的订单,对我国汽车企业造成了巨大冲击;(2)随着中国和美国之间经济贸易战的不断升级,美国出口管制和经济制裁仍呈现定向打击和扩大管辖的趋势。大部分重要汽车零部件出口被限制,导致国内众多汽车企业生产进度受阻,同时核心部件涨价,一定程度上降低了中国汽车产业的竞争力。

由表6预警结果可以看出,我国2021年汽车产业安全指数继续下滑,依然处于临界状态,汽车行业主要面临3个方面的危机:(1)全球疫情的不确定性仍会对汽车产业造成巨大的影响,复杂化的外部环境将可能冲击国内国际双循环;(2)汽车行业将面临严重的供应链风险,受疫情及技术民族主义双重影响,汽车行业中一些核心零部件及技术依然面临“卡脖子”的危机,汽车芯片供给收缩与需求增加两个相对趋势导致了汽车行业出现了严重的“缺芯”问题,汽车产业发展遭到了严重影响;(3)汽车行业所面临的竞争压力变大,未能提升自身竞争力的汽车企业将会加速

退出市场。

5 结论与建议

维护国家安全首先要保证经济安全,而经济安全核心在于产业安全,汽车产业的产业链条长,对技术、经济影响巨大,因此汽车产业安全问题尤为重要,维护我国汽车产业安全关键在于构建一套合理、高效的汽车产业安全预警模型。后疫情时代背景下,本文结合WSR理论、TEI@I方法论以及CRITIC赋权法提出基于WTC方法的汽车产业安全预警模型。结合预警结果发现,2010~2018年我国汽车产业安全状况总体处于上升趋势,主要是由于国家宏观经济政策的积极引导以及自主创新能力的不断提升。2019~2021年,受新冠肺炎疫情以及技术民族主义等因素影响,我国汽车产业安全状况整体呈下降趋势,处于临界状态。综合考虑本文研究结论与国内汽车产业现状,给出如下提升汽车产业安全的建议:

(1)汽车供应链涉及范围广泛,包括原材料、工艺以及人才等众多因素。后疫情时代下,汽车供应链各环节流动受阻,严重影响了单点采购-全球供应传统模式。中国应加快打造坚固、更具备竞争力的汽车供应链,通过人工智能、区块链等新兴技术,打破疫情所带来的汽车供应链各环节信息交流的壁垒,加速实现产业链上下游物流、资金流和信息量的整合。同时,中国应该秉承“人类命运共同体”理念,在保证国家安全的基础上坚持对外合作,确保汽车供应链的畅通,加快构建国内国际双循环相互影响、相互促进的新发展格局。

(2)由于新冠肺炎疫情冲击,许多中小汽车企业出现资金周转困难,导致生产停产,降薪裁员,严重影响了社会稳定发展。汽车产业作为我国经济的重要基石,解决汽车行业企业融资问题成为重中之重。可以适当考虑对受疫情影响严重的企业增加企业低利息贷款,同时通过租金减免等方式减少资金周转压力,保障其资金供应,解决企业资金周转问题。

参 考 文 献

- [1] 林宇,黄迅,淳伟德,等.基于ODR-ADASYN-SVM的极端金融风险预警研究[J].管理科学学报,2016,19(5):87~101.
- [2] 齐岳,张雨.新冠肺炎疫情下农业上市公司粮食安全评价体系构建研究[J].中国软科学,2020,(S1):23~31.
- [3] 史欣向,李善民,王满四,等.“新常态”下的产业安全评

- 价体系重构与实证研究——以中国高技术产业为例 [J]. 中国软科学, 2015, (7): 111~126.
- [4] 王玉冬, 王迪, 王珊珊. 高新技术企业创新资金配置风险预警的FOA-SVM模型及实证 [J]. 系统工程理论与实践, 2018, 38 (11): 2852~2862.
- [5] Altman E I, Haldeman R G, Narayanan P. ZETATM Analysis a New Model to Identify Bankruptcy Risk of Corporations [J]. Journal of Banking & Finance, 1977, 1 (1): 29~54.
- [6] 杨淑娥, 徐伟刚. 上市公司财务预警模型——Y分数模型的实证研究 [J]. 中国软科学, 2003, (1): 56~60.
- [7] Ohlson J A. Financial Ratios and the Probabilistic Prediction of Bankruptcy [J]. Journal of Accounting Research, 1980, 18 (19): 109~131.
- [8] 胡毅, 王珏, 杨晓光. 基于面板Logit模型的银行客户贷款违约风险预警研究 [J]. 系统工程理论与实践, 2015, 35 (7): 1752~1759.
- [9] 李鸿禧, 宋宇. 基于时间相依Cox回归的动态财务预警模型及实证 [J]. 运筹与管理, 2020, 29 (8): 177~185.
- [10] 杨淑娥, 王乐平. 基于BP神经网络和面板数据的上市公司财务危机预警 [J]. 系统工程理论与实践, 2007, (2): 61~67.
- [11] 倪志伟, 薛永坚, 倪丽萍, 等. 基于流形学习的多核SVM财务预警方法研究 [J]. 系统工程理论与实践, 2014, 34 (10): 2666~2674.
- [12] Iturriaga F J L, Sanz I P. Bankruptcy Visualization and Prediction Using Neural Networks: A Study of U. S. Commercial Banks [J]. Expert Systems with Applications, 2015, 42 (6): 2857~2869.
- [13] 王昱, 杨珊珊. 考虑多维效率的上市公司财务困境预警研究 [J]. 中国管理科学, 2021, 29 (2): 32~41.
- [14] 张亮, 张玲玲, 陈懿冰, 等. 基于信息融合的数据挖掘方法在公司财务预警中的应用 [J]. 中国管理科学, 2015, 23 (10): 170~176.
- [15] 吴冲, 刘佳明, 郭志达. 基于改进粒子群算法的模糊聚类-概率神经网络模型的企业财务危机预警模型研究 [J]. 运筹与管理, 2018, 27 (2): 106~114, 132.
- [16] 李慧, 温素彬, 焦然. 基于盈利质量的DANP变权财务预警模型 [J]. 系统工程理论与实践, 2019, 39 (7): 1651~1668.
- [17] 迟国泰, 章彤, 张志鹏. 基于非平衡数据处理的上市公司ST预警混合模型 [J]. 管理评论, 2020, 32 (3): 3~20.

Safety Early Warning of Automobile Industry Based on WTC Method in the Post Epidemic Era

Xiao Yi¹ Liu Yaojia¹ Hu Yi²

(1. School of Information Management, Central China Normal University, Wuhan 430079, China;

2. School of Economics and Management, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China)

[Abstract] In the post epidemic era, with the acceleration of De-globalization, the global value chain shows the characteristics of overall scale malaise and localization. In view of the increasingly uncertain market environment faced by the domestic automobile industry, combined with the industrial safety theory and the characteristics of the domestic automobile market, this paper constructs an automobile industry safety early warning model based on WTC method. Firstly, the safety evaluation index system of automobile industry is constructed based on the Wuli-Shili-Renli (WSR) theory. Secondly, based on text mining+econometrics+intelligence@integration (TEI@I) Methodology, the LR-VAR-LSTM safety evaluation index prediction model with stacking is constructed. Finally, the criteria importance though intercriteria correlation (CRITIC) weighting method is used to calculate the automobile industry safety index, and the early warning interval is constructed to judge the industrial safety status. Experimental results show that the safety early warning model of automobile industry based on WTC method shows good prediction effect, and can respond in time to the changes of domestic and foreign markets in the post epidemic era.

[Key words] WTC method; industrial safety early warning; WSR theory; TEI@I method; CRITIC method; post-pandemic era

[Jel classification] L92; R41

(责任编辑: 张舒逸)