基于扎根理论的产业链质量问题分类模型

刘中华，包国军，王致远，周芳芳，郑立伟

（中国质量检验检测科学研究院，北京 100176）

摘要：产业链作为连接经济活动各个阶段的纽带，在促进经济增长、优化资源配置、提升国家竞争力等方面发挥着至关重要的作用。产业链内普遍存在的质量问题制约着产业的高质量发展。因此，建立产业链质量问题分类模型，准确识别产业链质量问题，成为提升产业链质量必不可少的第一步。采用扎根理论，通过对光伏、家电等行业的多源数据调查，构建TIME-B（质量技术、质量基础设施、质量管理、市场环境和质量品牌）产业链质量问题分类模型，并探讨分类要素之间的相互作用机制。结果表明，产业链质量问题可以按照质量技术（T）、质量基础设施（I）、质量管理（M）、市场环境（E）和质量品牌（B）等维度进行分类。其中，质量技术是产业链质量创新的核心动力，质量基础设施是产业链质量稳定信任的基础，质量管理是保持产业链质量稳定的核心保障，市场环境是产业链质量健康稳定的必要土壤，质量品牌化是提升产业链质量竞争实力的重要途径。研究结论对产业链质量评价和共性质量问题分类具有重要的理论指导意义，也为提升产业链整体质量和竞争力提供了有意义的实践启示。

关键词：产业链；共性质量问题；分类模型；扎根理论

中图分类号：F253.3 **文献标志码：**A **文章编号：**1671－1807(2026)11－0198－09

产业链（industrial chain）是指从原材料供应到最终产品交付给消费者的全过程中，各环节企业或主体通过分工协作形成的价值传递网络。产业链质量水平是现代产业发展、企业竞争力提升、国家经济健康稳定的核心要素，打造链条完整、运行高效、质量稳定的产业链是国家提升经济竞争力的重要抓手。中共中央、国务院印发的《质量强国建设纲要》明确提出“强化产业基础质量支撑”“提升产业质量竞争水平”“增强产业质量竞争力”。2024年1月10日，市场监管总局等五部委印发了《关于质量基础设施助力产业链供应链质量联动提升的指导意见》（国市监质发〔2024〕6号），提出“聚焦产业链供应链重大质量瓶颈问题，加强质量支撑和标准引领”。

随着数字化和智能化的发展，产业链正经历深刻的变革。Wassick和Perez[1]提出了关于未来供应链的讨论，重点分析了数字供应链面临的挑战以及网络物理系统和虚拟助手在其中所扮演的角色。现阶段，中国产业链面临很多瓶颈问题，其中质量瓶颈是制约产业链较为关键的瓶颈问题，如一些关键基础材料、核心基础零部件（元器件）依赖进口，关键技术受制于人，先进基础工艺研究少、推广应用程度不高，产业技术基础薄弱、体系不健全等问题依然突出。开展产业链质量问题的分类，准确定位产业链质量瓶颈，是开展产业链质量提升的首要步骤，也是产业政策制定的必要步骤。但是目前对于产业链的研究主要聚焦产业链协同分工[2]、产业链韧性[3]、产业链能源与低碳[4]、产业链风险与安全[5]等方面，针对产业链质量问题的分类模式研究较少。因此，开展产业链质量问题分类模式的研究，对指导开展产业链质量提升、国家及地区产业的质量竞争力提升具有重要现实意义。

1 文献综述

1.1 产业链质量研究

目前，国内对产业链质量主要聚焦全产业链质量管理、产业链质量联动提升、绿色质量发展政策等维度。全产业链质量管理涵盖从原材料采购到最终产品交付整个供应链的质量控制，旨在通过全流程的协作与优化，提升供应链的整体效率和产品

收稿日期：2025-12-11

基金项目：中国质量检验检测科学研究院基本科研业务费项目（2025JK07605）

作者简介：刘中华（1993—），男，江苏徐州人，硕士，工程师，研究方向为产业链质量提升、企业质量改进；包国军（1993—），男，内蒙古包头人，硕士，工程师，研究方向为宏观质量政策、质量统计分析；王致远（1994—），男，山东潍坊人，硕士，工程师，研究方向为产业链质量提升、质量品牌调查；周芳芳（1994—），女，安徽马鞍山人，硕士，工程师，研究方向为质量工程技术、企业质量管理；郑立伟（1980—），女，河北衡水人，博士，研究员，研究方向为大数据、质量管理、质量统计与评价。

质量。李政德等[6]以君乐宝乳业集团上下游产业链为研究对象,实证研究了其近年来卓越成就背后的管理运作机理,通过供应链质量追溯系统,实现“实物质量”在产业链上下游的动态监控与反馈。宋晓刚等[7]基于建筑信息模型(building information model,BIM)技术,针对关键因素,从设计、生产、仓储运输、施工及运维的全产业链协同角度提出了装配式建筑产业链质量管理对策。徐豆等[8]从解决影响四川省雅安市荥经县茶叶质量安全的生产难题着手,基于标准化,从全程实施全产业链质量管控、标准化建设、品牌培育发展、人才队伍建设等方面研究了产业链质量安全管理模式。国家和地方市场监管部门探索了一些产业链质量联动提升的实践经验,市场监管总局遴选了全国百个质量强链重点项目;全诗凡[9]围绕产业链质量联动提升研究了联动提升的方式,基于区域产业链视角,丰富和完善区域产业链的内涵和理论,分析京津冀地区产业链存在的特点和问题,提出京津冀地区产业提升促进区域经济发展的整体思路。黄江等[10]研究了在多元化供应商背景下,如何通过信息共享和协作机制降低质量风险,提升供应链的整体质量水平。在“双碳”政策的推动下,绿色供应链质量研究成为国内学者的重点研究领域。倪晓娟[11]通过详细分析“双碳”目标下的绿色供应链管理机遇与挑战,提出可行解决方案。赵一奇[12]介绍了绿色供应链管理的相关理论基础、分析了推动绿色供应链管理发展的驱动因素。

国外在产业链质量研究方面,聚焦质量评估与供应链风险管理、供应链质量全球化以及新兴技术在产业链质量的应用。在全球供应链环境下,国外普遍关注如何评估供应链中的质量风险以及如何通过管理手段进行有效控制。Hennet 和 Arda[13]提出了一种基于博弈论的供应链质量风险管理模型,通过博弈分析不同企业在质量控制中的行为,从而为企业决策提供支持。在供应链质量全球化方面,致力于探索如何在跨国公司和多国供应商之间实施统一的质量标准。Okoye 等[14]全面回顾了国际供应链中的风险管理策略,重点关注美国和非洲背景下的对比情景,强调了在国际供应链中采用整体风险管理方法的重要性,同时认识到不同地区面临的各种挑战。Kouvelis 和 Chambers[15]研究了全球供应链中的质量管理挑战,提出了供应链中跨文化和跨地域的质量协调问题。在智能制造背景下,通过大数据、物联网和区块链技术等技术为产业链质量提升提供了新的解决方案。Bai 和 Sarkis[16]通过区块链技术实现了供应链中的质量追溯,提升了产品的透明度和安全性。Gupta 和 Starr[17]进一步提出基于机器学习的质量预测模型,强调数据驱动的优化机制。Li 和 Zhang[18]提出基于人工智能的供应链质量管理框架,利用智能化算法预测质量风险并自动优化质量控制措施。

1.2 质量问题分类研究

质量问题的分类一直是工业生产、工程建设领域密切关注的核心议题,都面临着如何识别、分类和解决质量问题的挑战。从国内研究来看,涉及具体产品、工程、服务质量问题分类的研究较为广泛,部分学者着眼过程,提出了企业质量问题的分类模式。①研究装备质量问题分类。通过对装备质量问题的分类,更好地对问题进行分析处理,提高装备的质量和可靠性。2014 年,吴其俊[19]针对船舶产品在设计阶段出现的质量问题进行了分析,从技术与管理两个方面进行了深入的分类研究,形成了设计拆错、接口不协调、技术状态不稳定等 7 大质量问题分类模型。一些学者利用深度学习方法开展质量问题分析。Achatz 等[20]针对木质板条的质量分级问题,提出了缺陷驱动的质量分类(DQC)混合模型。该模型首先使用 YOLOv8x 实例分割网络检测 8 种关键缺陷类型(包括节子、裂纹、蓝变等),然后从分割掩膜中提取定量特征,并结合哈拉利克纹理特征,最后使用多个分类器(决策树、随机森林、梯度提升、多层感知器、支持向量机)进行质量预测。实验结果表明,梯度提升模型取得了 81%的三分类准确率。2024 年,文歆磊等[21]以雷达设备为研究对象,聚焦质量问题的严重程度分类,从人员、经济、影响、风险、性质等维度提出了一种基于五维模型的雷达武器装备质量分类判定方法,以提高雷达质量处理成效和增强雷达使用可靠性和作战效能。②研究工程领域的质量问题分类。卓德保和张晓生[22]面向企业总结了质量系统的实践经验,归纳出符合性、非结构化问题、效率、产品设计、过程设计 5 大类质量问题分类模式,并针对每类问题提出解决问题的关键及战略技巧。国外针对电力、交通服务等特定领域的质量分类研究较多。2020 年,Oh 等[23]基于少量的标记数据,设计了一种主动迁移学习的电能质量问题分类方法,来实现对电能领域质量问题的预测及分类。

从国内外研究现状来看,鲜有以产业链为切入

点研究质量问题分类。各地方在开展产业链质量提升中进行了一些探索，分类依据主要基于实践需求缺少理论指导，如西安将产业链质量问题归为“技术、管理、基础设施”3类，甘肃、河北等对质量问题的分类标准存在差异。现有文献多聚焦单一行业或技术问题，跨产业链的共性分类研究匮乏，亟待着眼产业链构建一套产业链质量问题分类的理论框架。研究旨在构建一套相对通用的产业链质量问题划分方法。

2　研究设计

2.1　研究方法

1968年，Glaser和Strauss[24]提出扎根理论。扎根理论是一套质性研究方法，目的是在繁杂的经验资料基础上构建科学完备的理论体系。扎根理论起源于社会学研究，是运用系统化的程序，在没有研究假设的情况下，从现象和事实资料中从下向上逐级编码提炼来建立理论的方法。扎根理论在社会学、管理学等学科得到了大量的实践应用验证，应用的方法和细分领域略有差异。为了总结产业链质量问题分类模式，在研究之初不设立有关产业链质量问题分类的相关理论，带着产业链质量问题深入开展了产业链质量瓶颈的调查研究工作，从企业现场访谈、质量瓶颈座谈会、质量问题舆情等多源搜集数据，对产业链中的质量问题进行分析、整理、归纳，随着研究的深入，产业链质量问题素材不断丰富，编码、范畴等内容不断修正，最终形成了产业链质量问题分类模式。研究整体流程如图1所示。通过扎根理论有效解决目前研究较少、问题相对复杂、缺乏理论支撑的问题，力求从理论构建来探寻现象的逻辑本质难题。

2.2　样本选择

采用多案例研究主要考虑以下两个原因：①产业链质量问题具有复杂性。质量问题可能涉及原材料供应、生产、物流、销售等多个环节，单一案例难以覆盖全链条的互动关系，同时涉及多主体参与，不同企业（如核心企业、配套企业）、监管机构、消费者等多方利益相关者共同影响质量，需多案例对比分析其行为逻辑。②产业链质量相关数据收集较为困难。产业链介于宏观（国家宏观质量发展）和微观（市场主体微观质量）之间，质量相关数据较少，通过多案例研究有效地扩充研究的数据源。在研究样本选择过程中主要遵循两个原则：①代表性。产业代表性，兼顾战略性新兴产业（集成电路、智能机器人）和传统转型产业（纺织服装、智能家电），同时兼顾产业特点和发展阶段，如选取了“内卷式”竞争的光伏产业、高研发投入的生物医药产业等。企业代表性，产业质量调研过程中选取了产业的典型龙头企业，同时兼顾产业链上下游不同环节的代表企业。②可行性。选取的产业能够开展产业链质量瓶颈的调研，能够确保为研究提供丰富的可回溯性的数据。最终，选取了集成电路、智能家电、纺织服装、光伏、生物医药、智能机器人6个产业链作为样本，开展调研工作，获取的资料用于分析和构建产业链质量问题分类模式。另外选取了基础设备与机床产业链和新能源汽车产业链样本，用于扎根分析的理论饱和度检验。

2.3　数据收集

通过一手资料和二手资料相结合的方式搜集多种案例开展研究。一手资料主要包括现场调研座谈会、企业负责人访谈、实地调研等，二手资料包括质量舆情、企业公开宣传的资料、企查查官网、金融机构的研究报告、各种学者的研究报告等。数据收集情况见表1。

表1　数据收集情况

数据类型	获取方式	数据来源	数量
一手资料	座谈会	邀请典型企业召开产业质量调研座谈会	8场
	访谈	与企业相关负责人开展半结构化访谈	20人次
	实地调研	赴有关企业现场、产业园区等实地调研	4次
二手资料	文献资料	从知网、咨询机构等检索产业质量相关报告、案例等	120篇
	宣传材料	企业领军企业、实验室等材料	95份
	网络舆情	百度、谷歌等引擎检索近五年产业质量安全舆情案例	82个

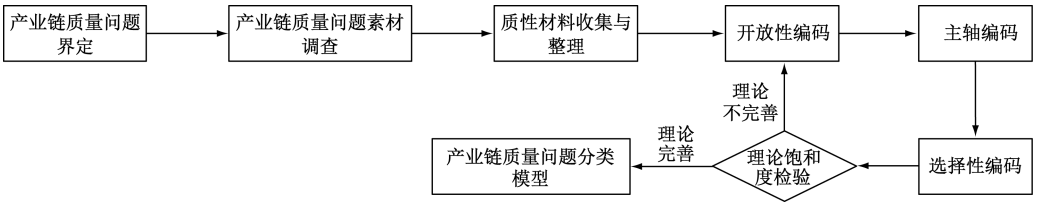


图1　基于扎根理论的产业链质量问题分类模式研究程序

研究小组于2023年12月至2025年2月,于北京、广东、江苏、安徽等地召开了8场产业链质量调研座谈会,分产业链了解了相关产业的质量问题。会上邀请典型企业围绕“产业链质量问题”开展交流发言,记录现场交流人员语言等材料。例如,光伏质量瓶颈调研座谈会中,覆盖了玻璃生产、电池生产等上游生产厂家,同时邀请了晶科能源、晶澳等产业链龙头企业的质量负责人参与调研,同时还有检测、标准、计量、认证等技术机构的参与。参与座谈会的人员要求:熟悉产业链情况,熟悉产品质量标准,且在该领域从事质量标准工作不少于3年,如质量管理及标准化负责人、产品工艺技术专家等。从参与座谈会交流的人员来确保交流人员对产业链质量问题有充分的了解。同时,与产业相关负责人开展半结构化访谈20人次,并深入现场一线实地开展了调研。调研过程中的指导性问题是:①存在哪些制约产业链高质量发展的问题?②产业链存在的质量问题与国外产业链的差异及原因是什么?通过座谈会、文献资料搜集、实地调研等方式获取了产业链质量问题图像等资料。调研座谈会获得资料详细信息见表2。

表2 调研座谈会资料获取情况

产业链	参与座谈会企业数量/家	座谈会发言数量/万字
集成电路	7	3.5
智能家电	18	4.6
纺织服装	40	6.5
生物医药	18	2.4
智能机器人	22	6.3
基础设备与机床产业链	16	3.1
光伏产业链	21	5.5
新能源汽车	17	2.5

3 编码分析

对扎根分析过程进行如下安排:①对不同样本的资料进行分别编码,得到初步的结论后,在不同样本之间又进行跨案例比较分析,并根据阶段性分析结果继续理论采样补充资料,这样反复分步进行直至理论饱和;②将项目团队分为两组分别对资料进行开放性译码,对两组编码表进行汇总和论证,对存在争议的概念和范畴,借鉴专家意见进行修订和删减,从而确保扎根分析的开放性和客观性,最大限度保证编码过程的客观性与系统化。

3.1 开放性编码

通过开放性编码对原始数据分解为离散的部分进行逐行分析,识别现象并赋予标签。①针对原始资料进行逐句分解,涉及与主题相差太远的语音予以删除,在不设前提的条件下将其总结为标签。为避免资料语言口语化,“逐行编码”时,用更通俗的说法找出其中的关键点,尽可能保留原义。通过对集成电路、智能家电、纺织服装、生物医药、智能机器人和光伏6个产业资料的分析,保留不重复的标签共计156个。②将所有标注的标签集中分析,剔除前后矛盾的标签,合并语义重复的标签,反复对比与产业链质量密切相关的概念,共计56个。③根据概念之间的逻辑关系进行总结归纳,将本质相同的概念归纳为同一类别并形成范畴,共计20个。开放性编码(部分)过程见表3。

3.2 主轴编码

主轴编码是在开放式编码的基础上,将开放编码中生成的零散范畴整合为更具结构化的理论框架。通过对提炼形成的范畴进行挖掘分析,从开放编码的众多范畴中提炼关键主题,并发现范畴之间的因果、条件、策略、结果等逻辑关系。通过对开放式编码中范畴的提炼,最终得到质量技术、质量管理、质量基础设施、质量品牌和市场环境5个主范畴。主轴编码结果见表4。

3.3 选择性编码

选择性编码是在主范畴中进一步挖掘核心范畴,并系统地和其他范畴予以联系,把概念化尚未发展完备的范畴补充完整的过程,其目的是用已有执行材料及由此开发出来的范畴、联系等内容简明扼要地解释全部现象。围绕研究主题“产业链质量问题”,通过对主轴编码形成的主范畴进行进一步考察,将核心范畴归纳为企业质量管理能力、质量基础设施水平、市场环境氛围3类。

3.4 理论饱和度检验

为了确保研究中范畴、主范畴和核心范畴的信度和效度,将基础设备与机床产业链和新能源汽车产业链这两个未纳入编码样本作为新的样本,重复上述编码过程,将编码结果进行跨案例比较分析,确认是否新增数据不再产生新的理论见解或范畴,现有理论框架是否已能充分解释现象。理论饱和度检验结果显示,通过对基础设备与机床产业链和新能源汽车产业链的三级编码分析,未出现新的标签、概念、范畴和主范畴,得到的结果仍然符合该理论模型,没有形成新的范畴和关系,由此认为得到的理论框架已经趋于理论饱和。产业链质量问题分类模式(TIME-B模型)如图2所示。

表3 开放性编码(部分)

原始资料	标签	概念	范畴
前期对光伏电池的基础研究积累不够、经验不足,导致产品落后	基础研究不足	质量基础研究	质量技术投入
光伏产品效率提升遇到瓶颈,随着效率提高,质量技术研发困难	质量技术研发困难	质量技术研发	
低温环境下组件材料的脆性问题,出现了较为严重的破损	原材料可靠性不足	原材料可靠性提升	原材料/零配件质量改进技术
上游供应商提供的原材料合格率低,导致材料某种化学含量超标,造成产品不合格多	原材料合格率低	零配件合格率提升	
企业工艺参数与生产能力不匹配,导致产品一致性不足	生产工艺不匹配	生产工艺优化	产品质量特性改进技术
…	…	生产技术优化	
…	…	产品性能优化	
对海量数据进行深度挖掘和分析不足,质量仿真预测不足,质量控制效果不好	质量仿真预测不足	质量仿真预测	质量预警与验证技术
…	…	产品质量追溯	
…	…	质量风险预警	
行业整体质量文化建设仍是薄弱环节	质量文化建设薄弱	质量文化建设	质量管理体系建设
公司制定的质量战略与实际有较大的差距,执行起来存在偏差	质量战略制定较高	质量战略制定	
…	…	质量手册制定	
…	…	规范性文件编制	
供应链下游要求与下游生产能力不匹配的问题,导致供应链脱钩	产业链质量需求不匹配	产业质量需求传递	供应商质量管理
企业更多依赖上游提供的形式检测报告,对来料的大部分产品未开展抽检,导致不合格产品流入	来料检测不充分	来料检测	
…	…	供应商质量分级	
…	…	供应商考核与评估	
生产一线员工的劳动主动性不足,一些小的瑕疵有问题	生产人员主动性不足	生产人员管理	现场质量管理
…	…	机器设备管理	
…	…	…	
许多质量控制方法还是独立运作,缺乏整体性和协同效应	质量控制工具协同性差	质量控制方法应用	质量工具方法应用
未开展正确的质量功能分析,导致外观问题被过度关注,增加了额外的成本	质量分析方法应用不足	质量分析方法应用	
质量工具缺乏成熟的模板,程序,导致一线员工应用不成熟	质量工具程序、软件缺乏	质量工具程序、软件	
…	…	…	
客户投诉处理、市场调研和产品需求的精准传递仍存在较大不足	客户投诉需求传递	客户投诉	客户满意度管理
…	…	客户要求	
从其他行业转行光伏行业,并非专业的光伏专业,在质量管理方面较为薄弱	缺乏专业人才	质量专业人才缺乏	质量人才与教育培训
…	…	质量培训教育	
…	…	…	
光伏行业的标准体系尚不完善,不同地区、不同企业在技术规范和质量标准上差异较大	标准体系不完善	标准制定	标准资源
…	…	标准应用	
双玻技术的普及,对玻璃质量的判断提出新要求,国内缺乏相关检测设备的校准和溯源能力	缺乏检测设备校准能力	检测设备校准	计量资源
…	…	标准物质	
国外光伏认证流程复杂且周期长,这使得公司难以及时获得必要的认证	管理体系认证时间长	管理体系认证	认证资源
…	…	产品认证	
随着功率提升,测试的一致性问题愈加突出,不同测试设备导致了功率测试结果的不一致	检测设备不统一	检测设备	检验检测资源
光伏组件浆料测试缺乏统一测试方法,影响产品的质量评价	测试方法不统一	检测方法	
…	…	检测能力	

续表

原始资料	标签	概念	范畴
公司没有实施明确的品牌战略建设定位比较模糊	品牌战略模糊	质量品牌策划	质量品牌建设
…	…	品牌推广宣传	
光伏产业在国外市场大多低价竞争,品牌效益不明显	质量品牌收益不高	品牌溢价	质量品牌效益
…	…	品牌价值评价	
企业品牌效益不明显,很难像那种家喻户晓的品牌一样有影响力	质量品牌影响力不强	品牌改进	质量品牌改进
…	…	原材料质量水平	供应链质量影响
…	…	原材料价格波动	
光伏行业的产能已经非常庞大,但仍有很多企业在不断扩建,过度扩张可能导致产能过剩的风险	行业产能过剩	产能过剩	产品市场竞争
服装产业的羽绒造假严重,通过劣质绒代替羽绒	产品原材料造假	产品造假	
…	…	…	
光伏缺乏有效的市场准入,导致一些企业转行开展光伏的低端产能生产,低端产品竞争激烈	缺乏有效的产品准入	产品准入	产品监管
…	…	…	
在行业监管中应加大对一些违法企业的查处力度	加大违法企业查处	违法执法	

表 4　主轴编码结果

主范畴	范畴	范畴内涵
质量技术	质量技术投入	质量基础研究、质量技术研发
	原材料质量改进技术	原材料质量可靠性提升、零配件合格率提升
	产品质量特性改进技术	生产工艺优化、生产技术优化、产品性能优化
	质量预警与验证技术	质量仿真预测、产品质量追溯、质量风险预警
质量管理	质量管理体系建设	质量文化建设、质量战略制定、质量手册制定、规范性文件编制
	供应商质量管理	产业质量需求传递、来料检测、供应商质量分级、供应商考核与评估
	现场质量管理	生产人员管理、机器设备管理、现场环境管理、物流转运管理
	质量工具方法应用	质量控制方法应用、质量分析方法应用、质量工具程序/软件、质量数据采集、质量信息系统、质量管理模型建设
	客户满意度管理	客户投诉、客户要求
	质量人才与教育培训	质量专业人才缺乏、质量培训教育、质量人员意识、社会教育专业
质量基础设施	标准资源	标准制定、标准应用
	计量资源	检测设备校准、标准物质
	认证资源	管理体系认证、产品认证
	检验检测资源	检测设备、检测方法、检测能力
质量品牌	质量品牌建设	质量品牌策划、品牌推广宣传
	质量品牌效益	品牌溢价、品牌价值评价
	质量品牌改进	品牌改进、品牌创新
市场环境	供应链质量影响	原材料质量水平、原材料价格波动
	产品市场竞争	产能过剩、产品造假、产品低价竞争
	产品监管	产品准入、产品抽查、违法执法

4　模式阐释

根据研究成果形成较为通用的产业链质量问题分类模式,产业链的质量问题划分可以按照质量技术(T)、质量基础设施(I)、质量管理(M)、市场环境(E)、质量品牌(B)等大维度来分类,对于产业不同发展阶段的产业质量瓶颈问题,也可以按照此维度来分类,细分到一些表现形式方面可能略有差别,如企业质量管理体系建设方面,对于产业初期的科技创新型企业侧重于研发和科研质量管控,对于产业后期侧重于成本和交付的质量管控等。

4.1　质量技术(T)

质量技术是产业链质量创新的核心驱动力。质量技术包括质量技术投入、原材料质量改进技术、产品质量特性改进技术和质量预警和验证技术。质量技术投入,其影响贯穿于产业链的研发、生产、标准化、协同管理等多个环节,通过技术攻关、基础设施优化和协同创新,质量技术投入不仅能够突破关键质量瓶颈,还能增强产业链的整体竞争力与韧性。质量技术的投入不足,缺乏对产业发展前沿技术的研究,会导致产业整体质量技术受限,自主质量供给不足,进而严重制约产业质量高端化的发展。原材料质量改进技术制约原材料质量水平的提升,原材料的不合格或者可靠性不足直接影响下游产品的质量稳定性。高质量原材料直接提升终端产品性能,如电解铝纯度提升至AL99.9以上,使苹果手机外壳加工精度和耐用性显著增强。产品质量特性改进技术是通过技术创新与管理优化,系统性提升产品性能、可靠性、安全性、耐用性、适用性等核心质量属性的手段,其目标

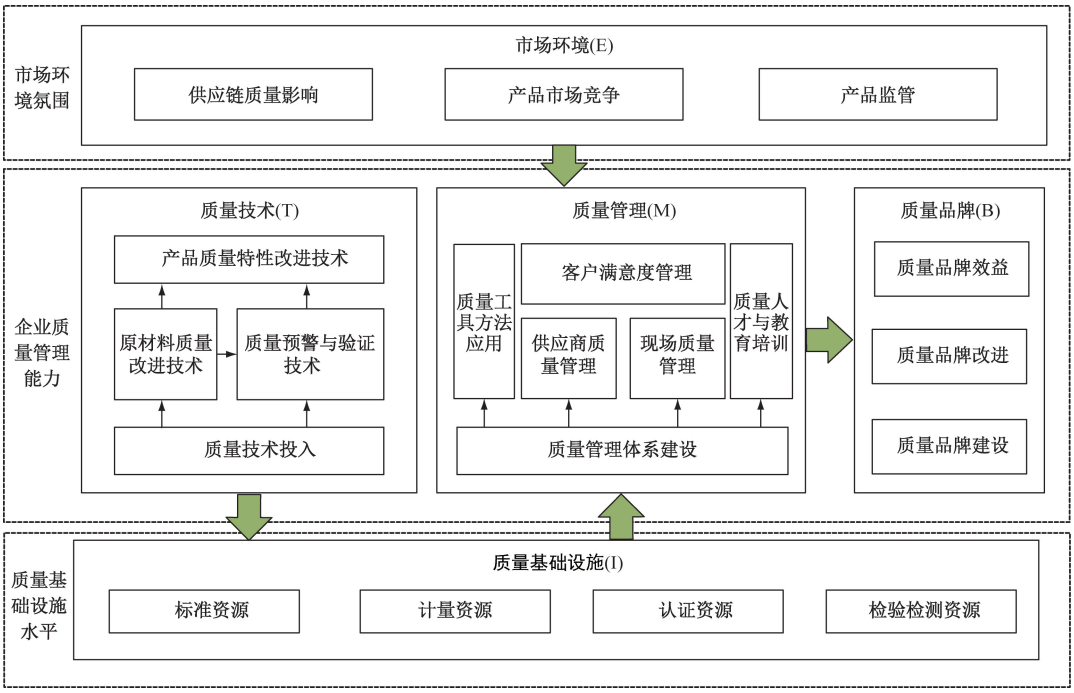


图 2　产业链质量问题分类模式(TIME-B 模型)

是满足用户需求升级、应对市场竞争并推动产业高质量发展。质量预警技术通过实时监测与数据分析提前识别质量风险,验证技术则通过科学方法确认产品是否满足质量要求,二者共同构成从“预防”到“确认”的质量管控闭环,是提升产品可靠性、降低缺陷成本的核心手段。

4.2　质量基础设施(I)

质量基础设施是产业链质量稳定信任的基础。质量基础设施包括标准、计量、检验检测、认证等资源的获取和服务效能。标准体系通过统一的产品标准、流程标准和接口标准(如原材料标准、零部件规格、生产工艺规范)确保产业链各环节质量要求的一致性。计量与测试技术精准控制质量参数,降低过程风险,高精度计量设备(如传感器、智能仪表)确保生产参数(温度、压力、尺寸精度)的精确控制,避免因工艺偏差导致的质量波动。实验室检测技术(如材料力学性能测试、化学成分分析)为原材料筛选、工艺优化提供数据支撑,从源头减少质量隐患。认证认可是建立质量信任,优化资源配置。产品认证(如中国强制性产品认证 CCC、美国保险商试验所认证 UL)和体系认证(如质量管理体系 ISO 9001、汽车行业质量管理体系 IATF 16949)为采购方提供客观质量评价依据,减少重复检验,提升产业链上下游合作效率。高端认证(如绿色产品认证、智能制造能力成熟度认证)推动企业采用先进技术和管理模式,促进产业链向中高端转型。

4.3　质量管理(M)

质量管理是产业链质量稳定性的核心保障。质量管理作为企业管理的核心组成部分,延伸至产业链,通过系统化的方法、流程和工具,对产业链各环节的质量目标、资源配置、风险控制和协同效率产生直接影响。其核心作用在于通过全链条质量管控,解决产业链中的质量波动、信息不对称和协同低效问题,最终实现质量一致性提升、成本优化和竞争力增强。质量管理体系是构建全链条质量协同框架。供应商质量管理是对供应链上游合作伙伴的质量控制与协同管理,其核心目标是通过规范供应商的质量体系、流程和交付标准,确保原材料、零部件或服务符合产业链的质量要求。供应商作为产业链的源头环节,其质量管理水平直接影响下游企业的产品质量、生产效率及市场竞争力。现场质量管理是企业在生产、服务等直接创造价值的现场环节,通过对人、机、料、法、环的实时管控,确保产品或服务质量符合标准的过程。作为产业链中“质量形成”的核心环节,现场管理水平直接决定了实物质量的稳定性,并通过上下游传导效应影响整个产业链的质量协同效率与风险控制能力。质量工具方法是质量管理体系的“技术支撑”,通过系统化、标准化的手段识别、分析和解决质量问题,推动产业链各环节质量协同与风险控制,从供应商来料检验到终端产品交付,工具方法的有效应用可促进质量改进,但不当使用也可能导致资源浪费或质

量漏洞。客户满意度管理作为质量管理的核心环节,对产业链质量的影响具有系统性和战略性,其通过需求传导、过程优化、协作强化等机制,间接塑造产业链各环节的质量水平。质量人才与教育培训是产业链质量协同的“核心引擎”,其通过能力提升、文化渗透、技术传承3大机制,推动产业链从“质量控制”向“质量创造”跃迁。

4.4 市场环境(E)

市场环境是产业链质量健康稳定的土壤。市场环境包括供应链质量影响、产品市场竞争、产品监管。供应链质量作为产业链运行的核心支撑,其优劣直接影响产业链的稳定性、效率和最终产出质量。供应链上游的原材料、零部件质量是产业链质量的起点,若供应商提供的材料存在杂质、性能不达标,会导致中游制造环节的成品率下降,最终引发终端产品质量问题。产品市场竞争作为驱动产业链发展的核心外部力量,对产业链质量的影响具有双面性,既可能通过“优胜劣汰”激发质量提升动力,也可能因过度竞争导致质量劣化。当竞争陷入“价格红海”(如低端家电、纺织服装),企业为生存可能压缩质量投入(如使用劣质原材料、简化质检流程)。采购方倾向选择低价供应商而非优质供应商,劣币驱逐良币。产品监管作为政府调控产业链质量的核心手段,通过建立规则、约束行为和引导资源配置,对产业链质量产生系统性影响。这种影响既可能通过“合规倒逼”推动质量升级,也可能因“监管失灵”或“过度管制”引发质量风险。

4.5 质量品牌(B)

质量品牌是产业链质量竞争力提升的重要途径。质量品牌包括质量品牌建设、质量品牌效益、质量品牌改进。质量品牌建设作为产业链质量提升的核心驱动力,通过构建“质量-品牌-价值”闭环,对产业链各环节产生系统性影响。其作用既体现为核心企业品牌对供应链质量的“虹吸效应”,也表现为区域/行业品牌对产业集群质量的“赋能效应”。质量品牌效益作为品牌价值在质量领域的显性化成果,其核心在于将品牌的市场溢价、信任资产和标准话语权转化为产业链质量提升的动力源,形成“品牌强则质量强,质量优则品牌久”的良性循环。质量品牌改进涉及产业链各环节的质量提升,也会通过品牌价值传导机制促进整体协同优化。

5 结论

以产业链质量为切入点,选取了集成电路、智能家居等典型的8个产业链作为研究对象,深入开展了产业链质量问题资料的搜集与整理,运用扎根理论方法对获取的资料进行三级编码分析,探究了产业链质量问题的分类模式,形成了TIME-B的产业链质量问题分类模型。研究表明:质量技术(T)、质量基础设施(I)、质量管理(M)、市场环境(E)和质量品牌(B)这5个维度可作为产业链质量问题分类的依据。其中,质量技术是产业链质量创新的核心驱动力,影响着质量供给能力。质量技术具体可分为质量技术投入、原材料质量改进技术、产品质量特性改进技术和质量预警与验证技术。质量基础设施是产业链质量稳定信任的基础,质量基础设施不足影响产业链质量需求和接口的传递,造成产业链质量系统的混乱。质量基础设施具体可分为计量、标准化、检验检测、认证认可等质量基础设施要素获取及服务问题等。质量管理是产业链质量稳定性的核心保障,质量管理不足影响着产业链质量的一致性。质量管理具体可分为质量管理体系建设、供应商质量管理、现场质量管理、质量工具方法应用、客户满意度管理、质量人才与教育培训。市场环境是产业链质量健康稳定的土壤,市场环境竞争激烈导致产业链恶性竞争激烈,直接影响产业的健康发展。市场环境具体可分为供应链质量影响、产品市场竞争、产品监管。质量品牌是产业链质量竞争力提升的重要途径,质量品牌不足影响产业链质量竞争力和效益的提升。质量品牌具体可分为质量品牌建设、质量品牌效益、质量品牌改进。产业链质量问题的调查和梳理可根据该模型进行结构化调查和分析。

研究的主要理论价值是构建了产业链质量问题的分类模式。通过扎根理论的研发方法,从原始数据(如政策文本、访谈记录、案例材料)中提炼核心范畴与关系,有效规避了传统供应链或产业链质量管理研究多依赖定量方法难以捕捉复杂动态的质性关系的弊端。通过动态、系统化的理论建构,为产业链质量提升、产业链质量问题分类、学术研究、产业政策制定等提供多维度的理论支撑,提供一个理论框架,清晰描述产业链中复杂的质量问题及现象,为下一步提升产业链质量竞争力作出有益探索。

参考文献

[1] WASSICK J M, PEREZ H D. Digital supply chain: an industrial perspective[J]. AICHE Journal, 2024, 70(12): e18688.

[2] MARANESI C, DE GIOVANNI P. Modern circular economy: corporate strategy, supply chain, and industri-

al symbiosis[J]. Sustainability, 2020, 12(22): 9383.
[3] LI M, LIX M, PAN Y. Global industrial chain resilience research: theory and measurement[J]. Systems, 2023, 11(9): 466.
[4] ZHU H T. Green supply chain construction and management stragegy for environmental industrial products[J]. Fresenius Environmental Bulletin, 2021, 30(6): 5997-6004.
[5] WANG X X, WANG A J, ZHONG W Q, et al. Analysis of international nickel flow based on the industrial chain [J]. Resources Policy, 2022, 77: 102729.
[6] 李政德，毕曦丹，王娜，等. 全产业链TQM助推国产乳品企业高质量发展研究：以君乐宝乳业集团为例[J]. 现代商业，2023(1)：161-167.
[7] 宋晓刚，李泽昊，姚旭. 基于BIM的装配式建筑全产业链质量管理研究[J]. 工程管理学报，2023，37(5)：30-35.
[8] 徐豆，李仕碧，何翔，等. 基于标准化的茶叶全产业链质量安全体系建设探索与推广应用[J]. 农产品质量与安全，2024(6)：24-27.
[9] 全诗凡. 基于区域产业链视角的区域经济一体化[D]. 天津：南开大学，2014.
[10] 黄江，李军，张庆普. 多元供应商网络下供应链质量协同的信息共享机制研究[J]. 中国管理科学，2020，28(5)：123-132.
[11] 倪晓娟. “双碳”目标背景下的企业绿色供应链管理机遇与挑战[J]. 全国流通经济，2024(5)：80-83.
[12] 赵一奇. 绿色供应链管理的研究进展及发展趋势[J]. 中国商论，2024，33(19)：102-105.
[13] HENNET J, ARDA Y. Supply chain coordination: agame-theory approach[J]. Engineering Applications of Artificial Intelligence, 2007, 21(3): 399-405.
[14] OKOYE C C, OFODILE O C, TULA S T, et al. Risk management in international supply chains: a review with USA and African Cases[J]. Magna Scientia Advanced Research and Reviews, 2024, 10(1): 256-264.
[15] KOUVELIS P, CHAMBERS C. Quality management in global supply chains[J]. Production and Operations Management, 2008, 17(4): 414-430.
[16] BAI C, SARKIS J. Blockchain technology for sustainable supply chain quality management[J]. International Journal of Production Research, 2020, 58(17): 5264-5283.
[17] GUPTA S, STARR M K. Big data analytics in supply chain quality management[J]. Decision Support Systems, 2020, 136: 113362.
[18] LI J, ZHANG L. Artificial intelligence and machine learning in supply chain quality management[J]. Industrial Engineering Journal, 2022, 43(2): 98-111.
[19] 吴其俊. 船舶产品施工设计质量问题原因分类研究[J]. 机械工业标准化与质量，2014(8)：44-46.
[20] ACHATZ J, SPEIGL L, BURGET I. Defect-driven quality classification of wooden lamellae using computer vision[C]// SPIEOptical Metrology 2025. Munich, Germany: SPIE, 2025: 136060L.
[21] 文歆磊，房凯，叶波，等. 基于五维模型的雷达装备质量问题分类方法研究[J]. 现代雷达，2024，46(10)：81-85.
[22] 卓德保，张晓生. 质量问题的分类研究[J]. 世界标准化与质量管理，2003(9)：17-19.
[23] OH S M, KO S G, KIM E, et al. Power quality problem classification methods based on active transfer learning[C]// 2020 11th International Conference on ICT Convergence (ICTC): Data, Network, and AI in the Age of Untact. Seoul: IEEE, 2020: 1444-1448.
[24] GLASER B, STRAUSS A L. The discovery of grounded theory: strategy for qualitative research[J]. Nursing Research, 1968, 17(4): 377-380.

Classification Model of Industrial Chain Quality Issues Based on Grounded Theory

LIU Zhonghua, BAO Guojun, WANG Zhiyuan, ZHOU Fangfang, ZHENG Liwei
(Chinese Academy of Quality and Inspection & Testing, Beijing 100176, China)

Abstract: As the linkage connecting various stages of economic activities, the industrial chain plays a critical role in promoting economic growth, optimizing resource allocation, and enhancing national competitiveness. Common quality issues within the industrial chain restrict the high-quality development of industries. Therefore, establishing a classification model for quality issues within the industrial chain to accurately identify these issues has become the first essential step toward enhancing industrial chain quality. Grounded theory was adopted as the research methodology, with multi-source data investigations conducted in the photovoltaic, home appliances, and other industries to construct the TIME-B industrial chain quality issue classification model and explore the interaction mechanisms among classification elements. The findings are as follows. The industrial chain quality issues can be categorized along dimensions such as quality technology(T), quality infrastructure(I), quality management(M), market environment(E), and quality branding(B). Specifically, quality technology serves as the core driving force for quality innovation within the industrial chain, quality infrastructure provides the foundation for stable trust in industrial chain quality, quality management is the core guarantee for maintaining industrial chain quality stability, market environment constitutes the essential soil for healthy and stable industrial chain quality, and quality branding acts as a crucial pathway for enhancing the competitive strength of industrial chain quality. The significant theoretical guidance are offered for assessing industrial chain quality and investigating common quality issues. The meaningful practical implications for improving the overall quality and competitiveness of industrial chains are also provided.

Keywords: industrial chain; quality issue; classification model; grounded theory