

制造业企业数字化转型关键成功因素

袁 梦, 伍春蓉

西华大学管理学院, 四川 成都

收稿日期: 2022年1月26日; 录用日期: 2022年3月16日; 发布日期: 2022年3月23日

摘 要

数字经济时代, 有大量的制造企业对数字化转型认知不足, 程度不够, 虽企业意识到数字化、智能化是趋势, 但却不知道该如何切入。本文针对制造业数字化转型关键成功因素进行研究, 以质性研究理论指导识别出3个维度6个具体转型成功因素, 探索出一般性结论, 以启发制造业企业, 使其转型过程中少走弯路。

关键词

制造业, 数字化转型, 扎根理论, 关键成功因素

Key Success Factors for Digital Transformation of Manufacturing Enterprises

Meng Yuan, Chunrong Wu

Management School, Xihua University, Chengdu Sichuan

Received: Jan. 26th, 2022; accepted: Mar. 16th, 2022; published: Mar. 23rd, 2022

Abstract

In the era of digital economy, there are a large number of manufacturing enterprises with insufficient knowledge and degree of digital transformation. Although enterprises are aware that digitalization and intelligence are trends, they do not know how to cut into them. In this paper, the author studied the key success factors of digital transformation in manufacturing industry and identified 6 specific transformation success factors in 3 dimensions guided by qualitative research theory and explores general conclusions to inspire traditional manufacturing enterprises and make them take fewer detours in the process of transformation.

Keywords

Manufacturing, Digital Transformation, Rooting Theory, Critical Success Factors

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

世界百年未有之大变革, 新一代信息技术以势不可挡之力, 延伸发展与制造业技术深度融合, 形成数字化制造[1]。世界迎来了数字化、网络化、智能化的发展形势。为推动互联网技术与制造业融合发展, 抢占未来发展制高点, 美国、德国、英国、法国、日本等发达国家纷纷采取积极行动进行统筹部署。为加快推进数字化转型, 实现换道超车, 我国不断出台相关政策, 优化产业发展环境。在国家政策的指引下, 工信部、财政部等纷纷出台相关政策如《智能制造发展规划(2016~2020)》、《工业互联网创新发展行动计划(2021~2023)》等, 旨在推动社会数字经济高速发展。根据国家互联网信息办公室发布的《数字中国建设发展进程报告(2019年)》显示我国数字经济增长规模占GDP比重36.2% [2]。信息技术给社会生产方式带来了巨大变革, 数字化转型已然成为了制造企业的发展新要求。

2. 文献综述

国内外学者对于企业数字化转型从动因方面、绩效方面、影响因素方面以及转型升级模式和路径都做了大量的研究。在数字化转型对企业发展的积极影响方面: 何帆、刘红霞[3]认为制造企业的数字化转型可以显著提升企业的经济效益与市场竞争力。肖静华, 谢康等人认为实体企业的数字化转型有助于以趋零的成本满足客户的个性化需求; 在企业数字化转型影响因素研究中, 学者们从多个维度进行了分析, 崔森等[4]认为技术因素、组织内部环境、组织结构、宏微观行业环境是影响数字化转型的关键。麦肯锡的研究者[5]认为, 企业要具备终端采集数据、存储数据和分析数据的能力; 史玉洁[6]认为, 数据能力是关键, 包括数字平台的搭建, 及建立相匹配的组织结构和改变传统考核方式等。孙杰贤[7]则认为传统企业要在价值观、思维方式、人才策略等方面进行彻底变革; 薛惊理[8]提出传统企业实现数字化转型需做到树立“客户至上”的发展理念。吕铁[9]提出了传统产业数字化转型发展路径的三个方面, 生产驱动以客户为中心的价值创造, 物理资产以数据资产为管理, 内部信息以平台数字化赋能。林风霞[10]认为人才是传统制造业企业推动工业互联网发展进程的制约因素。陈珠明[11]认为传统制造业企业数据质量差, 离线数据多, 缺少多维度数据精准分析能力。企业需以数据驱动为突破口, 通过找出数据背后隐藏的关系与问题, 识别不同参数间的关联性, 获得生产工艺的最优参数。

学者们从提出数字化转型积极意义中提到企业在经济效益、管理变革、效率提升、创新发展、满足市场需求等都有对明显的促进。在企业数字化转型和传统制造业数字化转型影响因素中多次都提及人才、战略、业务流程、数字技术、数字生态、市场需求、政策指导等因素。本文则通过深入剖析现阶段我国制造企业自身现状的内外部环境, 探索影响数字化转型关键性的成功因素。

3. 研究设计

研究方法

本文选择以程序化扎根理论为指导结合 NVivo12 质性研究软件辅助分析识别出关键因素, 为制造业

企业系统性考虑数字化转型提供参考。本文根据相关文献阅读观察,通过三个步骤处理分析数据和资料:

1) 开放性编码; 2) 主轴编码; 3) 选择性编码。

Nvivo 在社会科学领域应用中按照研究主体将研究类型划分为介入性研究与非介入性研究。潘虹[12]通过分析 327 篇样本文献的研究方法与数据来源,绝大多数文献使用一种研究类型,占总样本比例 84.4%。其中非介入性研究内容分析法占据约一半,这与政府公开数据和学术界的共享机制息息相关。本研究通过多种来源获取案例信息、数据和相关素材:① 企业官网数字化转型相关的案例资料 19 篇,② 数字化转型相关论坛专家演讲内容以及国内智库研究发布的关于企业数字化转型报告书共 17 篇。

内部材料参考点	概念	子范畴
组织方式:从“传统组织”向“柔性组织”转变	柔性组织	扁平化组织结构
由索菲亚集团及旗下多家子公司联合完成的“大规模个性化定制家居智能制造系统”	个性化定制系统	个性化生产
与国内领先高校院所、ICT厂商、第三方咨询机构等合作,持续提高生产运行各环节实时感知、机理分析	多方合作	多方数字化合作交流
分别两次与德国西马克公司深入开展了关于智能制造、智慧工厂等方面的深入交流。	企业数字化交流	
向产业链上下游同步延伸,涵盖产品全生命周期的智能制造体系	产品全生命周期制造体系	价值链数字化
打通了从市场到工厂、从需求到产销的水泥生产全流程的数据流、信息流	生产全流程信息化	
精细化是指业务管理精细化、成本核算精细化、生产考核精细化	各环节精细化管理	精益化管理
领导班子的认识是否到位,这是第一个挑战	领导数字化认知	领导数字化认知
由单一化的产品,向多品种的方向发展	多品种产品	满足顾客需求
加速从“以产品为中心”转向“以客户为中心”	客户为中心	
通过这一矩阵式智能制造新模式,实现建筑部件的多品种、个性化和高弹性生产	矩阵式智能制造	柔性化生产
实时监测上游原材料供给情况以及下游产品需求信息,灵活动态调整库存、产线,实现柔性生产	柔性生产	
数据可视化分析 以图像形式展示数据,以便于洞察数据、推断信息	数据可视化分析	数据收集及应用
数据可视化分析 以图像形式展示数据,以便于洞察数据、推断信息	数据仓库	
充分调动和培养自有技术人员的同时引进和聘用了一大批资深的技术人才	技术人才	数字化人才
中国石化组建了数据治理委员会,由现在的一把手担任组长	数据治理委员会	数字化部门
积极培育全员数字化意识,组织不同层级的培训学习,制定了系统的培训计划	数字化培训	数字化培训
我们希望利用SAP领先的解决方案,全力进行数字化建设	数字化建设	数字战略
依托顶层设计,构建智能制造技术架构	顶层设计	
5G 技术是一种具有高速率、低时延和大连接特点的新一代移动通信技术	5G技术	信息化技术
开展质量安全监督检查管理信息系统	质量管理信息系统	
大数据平台实施统一数据仓库模型,实现对数据的统一存储和高效管理。	大数据平台	信息化平台
打造共享服务平台,在提升业务管控精细化	共享服务平台	

Figure 1. Examples of free-node open coding analysis

图 1. 自由节点开放性编码分析举例

4. 研究过程

4.1. 开放性编码

开放式编码是将原始资料进行界定与提炼。本文系统梳理了一遍研究样本资料, 在结合相关理论基础阅读总体本文内容并导入 NVivo12 中, 然后初步对资料的概念属性进行编码分析, 同时在分析过程中尽可能减少个人偏见的影响。本阶段研究的具体步骤如下: 1) 审阅每份研究样本的报告文本, 逐字逐句进行分析并建立自由节点, 同时有意识地将相互联系的自由节点划分到树状节点中; 2) 逐句编码过程中出现不确定分类的句子划分至新建树状节点和自由节点中。最终利用 NVivo12 软件进行编码获得的 196 个参考点, 148 个概念化, 16 个子范畴, 15 个子范畴分别为: 扁平化组织结构、个性化生产、多方数字化合作交流、价值链数字化、精益化管理、领导数字化认知、满足顾客需求、柔性化生产、数据收集及应用、数字化人才、数字化文化、数字战略、信息化技术、信息化平台、行业生态链, 子范畴参考点则近似于原始资料的逐句编码, 具体举例说明如图 1 所示。

4.2. 主轴编码

主轴编码是对开放性编码结果进行聚类分析, 可参考典范模型对具体的内容以“原因 - 现象 - 脉络 - 中介条件 - 策略(行为/互动) - 结果”的分析模式进行。本文通过对 16 个子范畴进行反复比较, 综合考虑子范畴之间的关系和 NVivo12 聚类分析的参考结果, 运用典范模型最终得到了 6 个主范畴, 分别是数字治理能力、生产管理数字化、数字化转型战略、内外部互联互通、满足顾客需求、数字化人才, 如表 1 主轴编码分析所示。

Table 1. Axial coding analysis
表 1. 主轴编码分析

典范模型	子范畴	主范畴
脉络背景	信息化技术	
中介条件	信息化平台	数据治理能力
策略 - 结果	智能化基础设施	
脉络背景	数据收集及应用	
策略 - 结果	精益管理	
策略 - 结果	柔性化生产	生产管理数字化
脉络背景	扁平化组织结构	
中介条件	领导认知	
策略 - 结果	数字战略	数字化转型战略
策略 - 结果	数字化文化	
脉络背景 - 中介条件	价值链数字化	
策略 - 结果	多方数字化合作交流	内外部互联互通
策略 - 结果	行业生态链	
脉络背景	满足顾客需求	满足顾客需求
策略 - 结果	个性化生产	
脉络背景 - 中介条件	数字化部门	
策略 - 结果	数字化培	数字化人才
策略 - 结果	数字化人才	

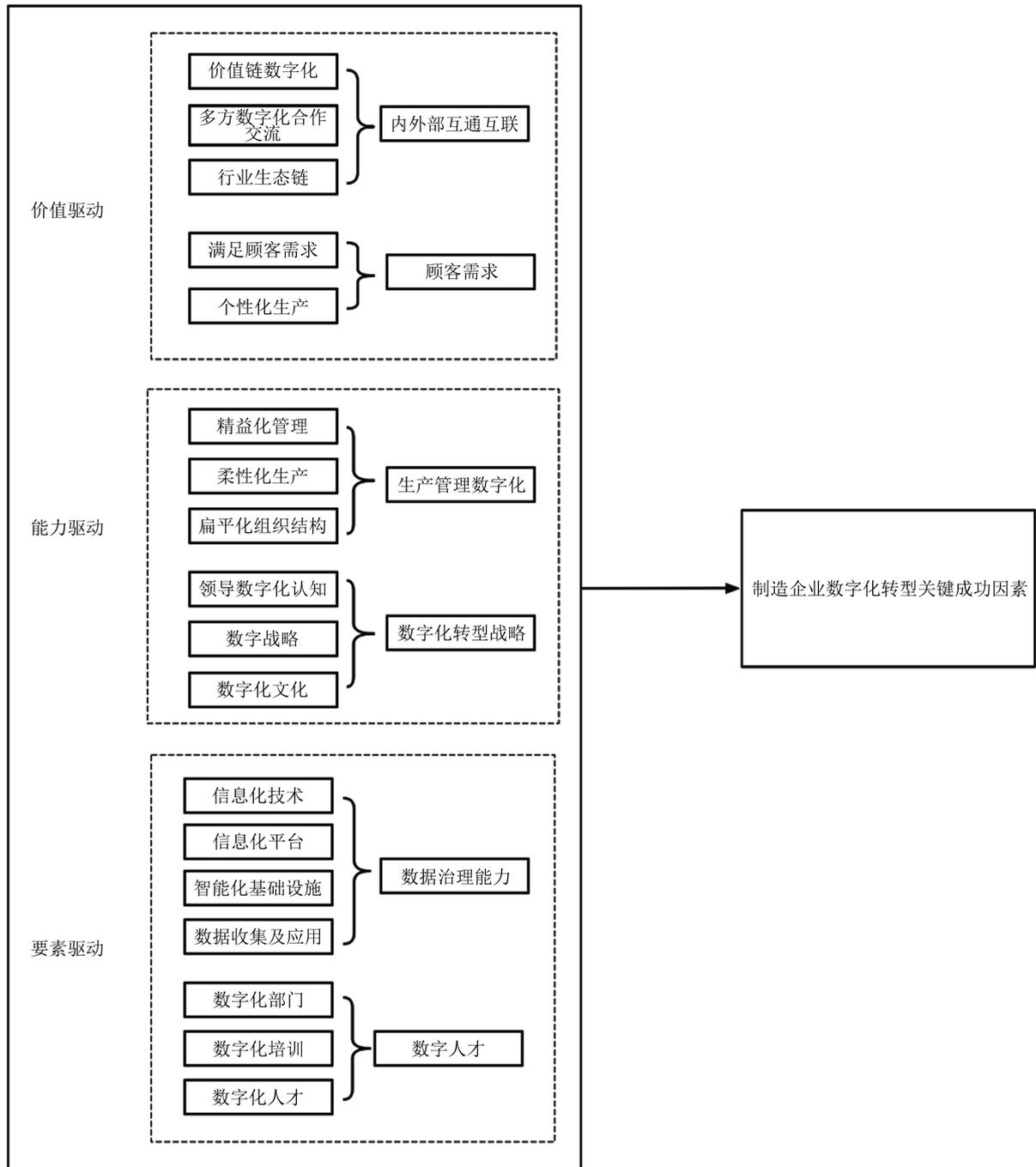


Figure 2. Core categories of critical success factors for successful digital transformation of manufacturing enterprises

图 2. 制造企业数字化转型成功关键因素核心范畴

4.3. 选择性编码

选择性编码是整个分析过程的核心,即将所有范畴(主范畴和子范畴)进行提炼、概括最终挖掘核心范畴,然后分析核心范畴与主范畴、子范畴之间的联系,通过资料不断地验证,清晰描述主次属性、相关属性的“故事线”,同时经过持续开发范畴直至完备,从而建立起关于核心范畴的理论框架。通过 197 个参考点、15 个子范畴、6 个范畴深入分析,本文将“制造业企业数字化转型关键成功因素”作为核心

范畴。本文参考工业 4.0、工业互联网、智能制造、两化融合等体系架构, 深入分析传统制造企业数字化转型基础和发展需求, 围绕价值驱动、能力驱动和要素驱动的“故事链”出发构建关于核心范畴的理论架构[13]。价值驱动包括内外部互联互通和满足顾客需求, 是指通过“价值链”的方式, 围绕客户需求和体验, 构建企业与客户、企业与企业的开放、协同、交互的价值创造网络; 能力驱动包括数字化转型战略和生产管理数字化。分解为企业在环节需要形成的战略部署, 去应对内外部环境变化, 同时基于部署需要企业业务流程协同优化; 要素驱动包含数据治理能力、数字化人才。基于物联网基础设施, 如测量仪器、通信设备、信息系统等, 为企业数字化转型提供技术支撑, 通过技术进行数据识别应用, 加之企业数字化团队精准管控, 助力企业将先进技术与产品服务相融合, 进一步加速数字化转型提升企业竞争力。逻辑关系如图 2 选择性编码截图。

4.4. 饱和度检验

理论框架完成后, 还需检验理论是否饱和这一重要步骤。饱和度检验特指在已有的理论框架中是否还有其他其属性维度的形成, 若未有新的理论和新的范畴出现则认为理论趋于饱和。如果发现未被理论模型涵盖的属性、关系或维度, 则需要返回资料搜集阶段采集数据, 重新进行前述研究过程。本研究的理论饱和度问题采取如下方式解决: 利用预留的 10 个样本再次进行分析, 这些内容仍然包含在核心范畴的理论架构中, 不再有新的概念的理论内涵出现, 即基本上被此前的多个概念覆盖。因此, 本文建立的理论模型是饱和的。

5. 制造企业数字化转型的关键影响因素分析

根据上述扎根理论对制造企业数字化转型关键成功因素的分析, 本章最终识别出如下六大影响因素。

5.1. 数据治理能力

数字治理能力具体体现在智能化、自动化、连续化的智能设备; 完善的数据仓库和综合数据展示平台; 实时态势感知、智能识别、远程故障诊断、预测性维护的信息技术; 多维度、一体化的信息系统平台等工具应用层面。使数据成为除劳动、土地、资本和企业家才能以外的新生产要素, 数据治理能力能够有效实现计划管理、现场作业管理、质量管理、物流配送管理、库存管理、在制品管理、批次跟踪、异常管理、设备管理、设备监控、工装管控与信息采集等集成需求, 是推动企业数字化转型的基础保证。

5.2. 生产管理数字化

生产管理数字化指代组织及运营在新技术的创新下, 实现组织结构、人员结构和运营方式等方面的相应调整, 依此支撑新业务新技术的应用落地。生产管理数字化主要推动扁平化组织结构建设, 端到端的精细管理, 并且基于数字化生产线的准时柔性生产、项目全生命周期的精准管控、数据驱动的决策优化、数据驱动的集团运营管控、数字化产品与服务等。通过减少企业内部信息壁垒, 实现降本增效为主要目的, 有效促进组织运营管理数字化, 加速推动企业数字化转型。

5.3. 数字化转型战略

数字化转型战略是一种支持企业对“因数字技术集成和商业模式转型而发生变化的流程、运营和组织架构”进行的系统规划。包括以智能制造为主攻方向, 以互联网+新业态为发力点, 以盘活数据资产为切入点, 以云平台为融合点, 来拟定智能制造规划、智能项目顶层设计、企业数字化文化发展等。同时兼具智能制造交流会议以及高层管理者的数字化认知。

5.4. 内外部互联互通

内外部互联互通围绕“生态与可持续”的目标,与用户、供应商、合作伙伴共建数字化生态系统。主要通过①与数字化转型领域中的领先企业合作,输入数字化先进技术。从单打独斗向合作共赢;②依托工业互联网平台将政府、价值链上下游企业、客户等连接,构成多元化的商业生态系统,建立多方沟通以加深数字化赋能。因此,合作伙伴关系构建和价值共创机制作为获取合作资源达到实现协同效应的方式,成为了企业实现数字化转型不可或缺的重要因素。

5.5. 满足顾客需求

面对更加多样化、个性化及快速变化的客户需求,企业需加强个性化生产,通过交互资源平台为客户有效提供个性化定制体验,场景体验销售模式,全面提升了顾客体验感和满意度。促进供给与需求的精准匹配,实现制造企业和客户价值的共同创造。数字化转型本质是由市场用户需求决定,发现需求并创造价值,这是市场的永恒法则。

5.6. 数字化人才

数字化人才是数字化转型的基本要素,是企业数字化转型的设计者和执行者,需具备数字素养和操作技能,懂制造和业务流程,跨多个领域的复合性人才和团队。企业以引进数字人才、提高员工数字化意识和技能,组建数字化转型管理团队等措施确保数字化转型进程顺利开展。树立数字化人才为核心,使机器服务于人的意识,合理利用自动化、数字化、网络化、智能化等技术手段,赋能与拓展人的能力,发挥协同优势,促进数字化转型不断创新。

6. 研究结论与展望

本文根据相关学者研究分析了制造业企业数字化转型的内涵特征,基于扎根理论方法对制造业企业数字化转型关键成功因素进行识别,围绕“价值驱动(为什么)-能力驱动(有什么)-要素驱动(用什么)”为故事线对制造业企业数字化转型六个关键成功因素的进行以下梳理。企业基于价值驱动,应遵循社会的共有特点和客户的共同偏好,在数字化转型建设中需明确以客户需求为中心,在互联网时代积极内外部互联互通,致力于打破企业内外壁垒,赢得数字化转型先机。能力驱动视角下,企业通过发挥动态能力来把握数字化转型目标,企业领导者不断加强数字化认知,依据企业特性做好顶层设计,同时在数字化实施中不断调整落实生产、组织、管理等多个环节的数字化转型措施,以形成企业内部数字化转型标准,加强自身核心竞争力。新工业革命时代要素驱动发生了巨大变动,数据生产要素投入成为促进企业经济增长和获取发展动力的方式。物联网基础设施、信息技术、数字化人才成为了企业需大量投入的生产要素。

依据上述研究结论制造业企业可以按照六个数字化转型关键成功因素作为实施数字化转型的决策依据,将数字化转型由被动变为主动,克服数字化转型过程中的不利因素。本文没有进一步收集数据对数字化转型关键成功因素进行实证验证,这是本研究的不足之处,也成为后续研究的起点。我国是世界上唯一一个工业体系全部健全的国家,制造业企业类型较多,数字化转型所面临的问题复杂,转型过程中也会遇到不同的问题,解决方案需要学者们进行不断的探索。

参考文献

- [1] 钟志华, 臧冀原, 延建林, 苗仲楨, 杨晓迎, 古依莎娜. 智能制造推动我国制造业全面创新升级[J]. 中国工程科学, 2020, 22(6): 136-142.
- [2] 国家互联网信息办公室. 数字中国建设发展进程报告(2019年)[EB/OL].

http://www.cac.gov.cn/2020-09/10/c_1601296274273490.htm, 2020-09-10.

- [3] 何帆, 刘红霞. 数字经济视角下实体企业数字化变革的业绩提升效应评估[J]. 改革, 2019(4): 137-148.
- [4] 崔森, 于立, 周志明. 企业数字化转型的影响因素研究[J]. 中外企, 2014(27): 90-91.
- [5] 麦肯锡. 企业数字化转型的七个重要决策[J]. 软件和集成电路, 2018(10): 34-37.
- [6] 史玉洁. 管理进化, 为企业数字化赋能[J]. 企业管理, 2019(2): 108-109.
- [7] 孙杰贤. 数字化转型: 不要观望和等待[J]. 中国信息化, 2015(12): 43-45.
- [8] 薛惊理. 关于传统企业数字化转型的战略思考[J]. 经济师, 2018(6): 263-264.
- [9] 吕铁. 传统产业数字化转型的趋向与路径[J]. 学术前沿, 2019(9): 13-19.
- [10] 林风霞. 工业互联网赋能传统制造企业数字化转型研究[J]. 管理工程师, 2020, 25(5): 31-35.
- [11] 陈珠明. 天合光能云上转型[J]. 企业管理, 2020(1): 103-106.
- [12] 潘虹, 唐莉. 质性数据分析工具在中国社会科学中的应用——以 Nvivo 为例[J]. 数据分析与知识现, 2020, 4(1): 51-62.
- [13] 万伦, 王顺强, 陈希, 杜林明. 制造业数字化转型评价指标体系构建与应用研究[J]. 科技管理研究, 2020, 40(13): 142-148.