

doi:10.19920/j.cnki.jmsc.2023.11.002

数字产业制造企业数字化转型路径^①

——基于亨通集团的案例研究

李晓飞¹, 陈煜波^{2*}, 黄鹤³, 刘涛瑞²

(1. 首都经济贸易大学工商管理学院, 北京 100070; 2. 清华大学经济管理学院, 北京 100084;
3. 中国地质大学(北京)经济管理学院, 北京 100083)

摘要: 数字产业又称数字经济核心产业是数字经济发展的基础, 数字产业中制造企业的数字化转型直接决定了数字经济的发展进程和质量。区别于数字产业中数字原生企业, 数字制造企业面临着从信息通讯技术向新一代数字技术转型带来的冲击。然而, 现有的数字化转型研究大多关注传统行业, 对数字制造企业数字化转型路径关注较少。本研究对我国数字产业的龙头制造企业亨通集团三十年的转型实践进行跨阶段纵向案例研究, 提炼出数字制造企业的数字化转型路径。研究发现: 1) 企业家前瞻型市场导向是数字制造企业转型的驱动力, 包括市场潜在需求洞察、政策机遇感知和市场潜在威胁预判三个维度。2) 在企业家前瞻型市场导向的引领下, 数字制造企业运用经营客户的思维, 按照企业成长阶段形成了两条技术创新和产业链延伸/整合的转型路径: 企业成长初期的“企业家前瞻型市场导向—资源拼凑—应用性技术创新—产业链延伸”的动态循环过程和成长成熟期的“企业家前瞻型市场导向—资源整合—探索性技术创新—产业链垂直/水平整合”的动态循环过程。本文研究结论对于数字制造企业数字化转型的内在规律及其运营实践具有重要的理论和实践价值。

关键词: 数字产业化; 数字经济核心产业; 数字化转型; 制造企业转型; 市场导向; 技术创新; 产业链延伸整合

中图分类号: F279.23 文献标识码: A 文章编号: 1007-9807(2023)11-0022-17

0 引言

随着云计算、物联网、大数据、第五代移动通信网络技术(简称5G)等新一代信息技术的兴起, 数字经济逐渐成为全球经济发展的新动能。对于我国而言, 数字经济既是经济转型增长的新变量, 也是经济提质增效的新蓝海^[1]。党的十八大以来, 发展数字经济已经上升为国家战略。中共中央政治局多次围绕数字经济开展集体学习, 数字经济自2017年首次出现在政府工作报告中, 2019年至2022年连续4年被写入政府工作报

告,《国家十四五规划和2035年远景目标纲要》(简称“十四五规划”)更将打造数字经济新优势专门列为一章, 这足以体现国家发展数字经济的决心。

根据中国信息通信研究院《中国数字经济发展白皮书(2019)》的定义, 数字经济主要包括数字产业化和产业数字化两方面, 其中数字产业化是数字经济发展的基础。国家统计局《数字经济及其核心产业统计分类(2021)》对数字产业化的概念进一步明确, 数字经济核心产业(数字产业)对应数字产业化, 是指为产业数字化发展提供数

① 收稿日期: 2021-09-16; 修订日期: 2023-05-05。

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(71991461; 71532006; 72202146)。

通讯作者: 陈煜波(1977—), 男, 江苏靖江人, 博士, 教授, 博士生导师。Email: chenylubo@sem.tsinghua.edu.cn

字技术、产品、服务、基础设施和解决方案,以及完全依赖于数字技术、数据要素的各类经济活动。只有通过数字产业化,加大以 5G、工业互联网、物联网、云计算、人工智能等为代表的“新型数字基础设施”(简称新基建)发展力度,才能将我国拥有的世界上最完备的工业体系和丰富的制造业场景优势转化为数据红利^[2],同时推动产业数字化,实现我国数字经济的高质量发展。

根据《中国数字经济发展白皮书(2021)》的数据,我国数字产业规模达到 7.5 万亿元,占数字经济比重的 19.1%,占 GDP 比重的 7.3%,总体呈波动上升趋势。但是,近年来国际宏观形势日益复杂,譬如中美贸易摩擦对我国数字产业内的诸多制造企业实施的大力度制裁和打压(如华为芯片事件),我国数字产业发展仍然面临巨大的挑战。由于数字产业属于技术密集型产业,面临的核心问题是技术的创新和进步^[3],数字产业制造企业(简称数字制造企业)的数字化转型直接决定了我国数字经济的发展进程和质量。与数字产业中大量数字原生企业(即互联网企业)不同,数字制造企业面临着从信息通讯技术向新一代数字技术转型带来的冲击。但是现有研究较多关注于传统行业中制造企业的转型^[4-7],忽视了本就身处数字产业的制造企业转型的独特性。因此,如何通过技术创新驱动数字制造企业转型,发展数字产业化,同时推动产业数字化进程,成为当前中国企业管理研究面向国家数字经济发展战略需求的重要课题。

亨通集团(简称亨通)是我国数字产业细分领域的龙头制造企业,三十年来通过持续的技术创新垂直整合了整个光通信产业链,而后又横向扩张到数字基础设施全产业链,在一定程度上成功实现了从通信行业(通信技术主导)向 ICT 行业(信息技术和通信技术融合)再向数字产业(通信技术、信息技术和新一代数字技术融合)的转型升级。本文对亨通的转型过程展开跨阶段纵向案例研究,将亨通的转型过程提炼形成经验性总结和规律性认识,以期为我国数字制造企业的数字化转型发展提供借鉴和思考,从而推动我国数字产业化进程,筑牢数字经济发展基石。

1 文献回顾与理论基础

1.1 数字产业的数字化转型:数字产业化

中国信息通信研究院《中国数字经济发展白皮书(2019)》基于 G20 杭州峰会提出了数字经济的定义以及数字经济活动的具体形态,将数字经济分为数字产业化和产业数字化两大领域。数字产业化除了包括传统信息通信产业,还包括由数字技术的广泛渗透融合所带来的云计算、物联网、大数据等新兴信息通信产业;产业数字化即传统产业应用数字技术所引致的产业数字化转型及生产效率的提高^[8]。数字产业作为数字经济发展的基础,对我国产业结构升级有着积极的促进作用^[9, 10]。数字技术作为一种通用目的技术,广泛渗透到经济社会各领域各行业,带动传统产业产出增长、效率提升,促进经济增长和全要素生产率提升^[11]。由于技术的变革,数字产业经历了通信技术主导的通信技术时代(简称 CT 时代)、通信技术和信息技术融合的 ICT 时代以及现阶段的新一代数字技术与通信技术和信息技术相融合的数字产业时代(简称 IT + CT + DT 时代)。近年来,我国学者围绕如何推动数字产业化展开了大量研究,一致认为数字产业要特别注重技术创新^[12],通过技术创新驱动产业发展。例如,张璐阳和戚聿东^[13]从商业模式角度研究数字技术背景下集成电路产业颠覆性创新模式。王俊豪和周晟佳^[9]认为数字产业具有先导性、战略性与不确定性,是高渗透和技术密集型产业,加快数字产业化发展应重点围绕共性技术、数据整合、平台赋能等推动数字产业释放新活力。综上所述,数字产业是技术密集性产业,该产业面临的核心问题是技术创新^[3]。而成功的产品和技术创新则需要围绕客户需求展开^[14]。因此,数字制造企业如何基于市场需求带动技术创新,以此带动数字产业化进程成为十分值得关注的问题。

1.2 市场导向与技术创新

市场和技术是推动企业成长的两个关键因素^[15],在技术创新驱动的数字产业中尤为重要。市场是技术创新的出发点和归宿,市场需求驱动制造企业的技术创新,而制造企业为获得竞争优

势,也需要通过技术创新成果转化来占据市场^[15].因此,制造企业在转型过程中需要同时注重市场需求和技术创新.自探索与利用的二分框架^[16]被提出后,技术和市场领域的探索与利用得到越来越多学者的关注^[17].

1) 前瞻型市场导向

市场导向是指企业以市场为导向的经营哲学和组织行为,其核心理念是经营客户而非经营产品,具体包括对顾客目前及未来需求的市场信息的挖掘和响应^[18],以及市场竞争导向和跨部门的协调^[19].Narver 等^[20]将市场导向划分为满足市场显性需求的反应型市场导向和满足市场潜在需求的前瞻型市场导向.反应型市场导向注重现有的市场结构以及客户已表现出的显性需求,不主动寻找其他市场机会以发掘未察觉到的需求;而前瞻型市场导向则旨在发掘和满足市场潜在的、未被发现的隐性需求.以往研究较多关注于反应型市场导向,认为企业应当挖掘现有市场的客户需求^[18].但这种“市场短视”行为逐渐受到研究者的抨击,认为企业应当发现和满足客户尚未明确表达的需求,否则很难在新产品开发过程中创造新的价值机会^[21].前瞻型市场导向的企业采用探索式学习的方式,从客户潜在需求出发,采取主动性的市场行为.在当下技术快速更新迭代的数字产业化背景下,更加需要制造企业对客户的潜在需求和偏好进行有效的识别与引导^[22].因此,数字制造企业在发展中不应只满足市场已表现出的显性需求,更应该采取前瞻型市场导向,发掘和理解客户未知的、潜在的需求,经营客户而非经营产品.

2) 应用性技术创新与探索性技术创新

在数字产业化中,数字制造企业必须通过技术创新来满足市场需求.而企业在不同成长阶段对技术创新的要求亦有不同.基于探索与利用的二分框架,学者将技术创新划分为应用性技术创新和探索性技术创新^[23, 24].其中,应用性技术创新是指在现有技术的基础上改进的创新^[25];探索性技术创新则是指脱离既有技术进行新技术开发或新市场开发,从而满足市场潜在需求创新^[26].

3) 资源拼凑与资源整合

数字制造企业的技术创新需要依托相应的资

源展开.资源拼凑(resource bricolage)和资源整合(resource integration)描述了企业管理者聚焦于资源采取行动的两种方式.资源拼凑来源于社会学中的拼凑概念,侧重企业在初创阶段资源匮乏条件下采取的资源行动,指企业创造性地利用手头现有但常被忽视、遗忘的实物资源、社会资源、制度资源而产生前所未有的新价值^[27],这是一种突破企业初创阶段资源约束的有效途径^[28].资源整合是指在企业在获取并积累起所需资源的基础上,将这些资源加以组合连接形成价值创造能力的活动过程^[29].实际上,整合资源的过程代表着企业通过配置与调整资源来实现资源优化配置^[30],更适用于处于成长成熟期已经积累了一定资源实力的企业.企业自创立至成长成熟的过程中,必然会经历资源拼凑到资源整合的过程,但现有研究忽视了二者作为两种资源行动在企业发展过程中可能存在的演化关系及机理.

1.3 制造企业转型以及产业链延伸与整合

制造企业转型一直以来都是学术研究和管理实践关心的热点问题^[6, 7, 13-18].企业转型一般指企业成功地从生产劳动密集型低价值产品向生产更高价值的资本或技术密集型产品的经济角色转移的过程^[31],也是企业在产业链和价值链上不断上升的过程^[32].企业可以通过业务转行、增长方式转轨和产品技术升级等方式,从产业链低端的低技术、低附加值向产业链高端的高技术、高附加值延伸^[33].实质上,制造企业转型是制造企业向产业链的高附加值环节延伸的动态过程.毛蕴诗等^[6]指出制造企业应沿着微笑曲线(产业链)的研发与营销两端延伸以提高附加值.王兴棠^[7]发现处于产业链下游的一国企业,在面对国外垂直一体化的企业的竞争时,实现转型升级所需掌握的核心技术水平受到最终产品市场类型、最终产品相对质量以及最终产品差异化程度等多种因素的影响.通过上述文献综述,制造企业转型与产业链延伸与整合有着密切的联系,但是文献较多聚焦在产业链垂直延伸与整合视角,忽视了当下制造企业转型过程中产业链水平整合的过程.而现在的制造商已经进入为客户提供解决方案时代,这必然涉及到产业链的水平整合^[34].更重要的是目前的文献对技术密集型的数字制造企业转型很少涉及.

1.4 文献述评

通过对现有文献回顾发现,现有的数字化转型研究更多关注传统产业的数字化转型,而制造业转型的研究也较少涉及技术密集型的数字制造企业的转型问题,尤其是缺少阐释制造企业如何通过市场导向驱动技术创新和产业链延伸与整合从而实现数字化转型的理论研究,而这对于数字产业发展具有重要意义。因此,本研究结合数字产业化发展过程,从市场导向视角研究数字制造企业转型路径的演化发展。首先,本研究构建了数字产业化中制造企业企业家前瞻型市场导向的内涵和维度,并揭示其对制造企业转型的意义。其次,根据探索—利用二分框架理论,从市场和技术创新的视角,解构数字制造企业经营客户的思维逻辑,以展示制造企业在不同发展阶段技术创新模式和产业链延伸整合的全景图,从而构建数字制造企业的转型路径。

2 研究方法和案例选择

2.1 研究方法

案例研究是构建新理论的有效方法,特别适用于“如何”和“怎么样”(即“*How*”)和“为什么”(即“*Why*”)的问题^[35]。本研究采用了探索性单案例研究方法。从研究问题来看,本研究旨在探索数字制造企业如何通过技术创新实现数字化转型,属于“如何”和“怎样”的问题,并且关于该问题目前尚未有较成熟的理论框架。因此,适合用探索性案例进行深入的场景化研究。同时,本研究需要呈现案例企业在不同转型阶段企业家前瞻型市场导向的演变、经营客户的全过程。单案例能够提供更加丰富详实的细节、确认关键时间节点或阶段的次序,有助于识别构念间的因果关系^[36],从复杂现象中提炼出理论^[35]。因此,本研究采用了单案例研究的方法。

2.2 案例企业选择原因

本研究选取了我国数字产业龙头企业亨通集团作为案例研究对象。案例研究中案例选择要综合考虑案例典型性、适配性和数据可得性三方面。从典型性来看,亨通成立至今已经经历了三十余年的发展,从一家负债的乡镇企业成长为中国光纤光网、智能电网领域规模最大的系统集成商与网络服务商,位列中国企业 500 强、中国民企 100 强、全球光纤通信

前三强。通过不断地创新,亨通成功地应对了数字产业从通信技术时代到 ICT 时代、再到数字产业时代数字化转型的挑战,产品从通信产业链的光缆到光纤再到光纤预制棒(简称光棒),垂直整合整个产业链,同时又向数字基础设施全产业链横向扩张,转型阶段较为清晰。因此,亨通案例可以有效回答数字制造企业数字化转型路径的问题。

在适配性方面,作为数字制造企业的典型代表,亨通的产品从最开始的光缆产品发展到如今的数字基础设施全产业链,在企业家前瞻型市场导向的驱动下通过经营客户的思维采取了不同的技术创新策略,这与本研究的主题高度契合。

在数据可得性方面,亨通的高层管理者作为本研究通讯作者担任责任教授的“新时代民营企业培养计划”学员,与研究团队保持长期的良好合作关系,亨通作为该项目的典型研究案例给本研究提供了丰富的资料和数据。此外,作为光电通信行业的领军者,亨通有大量公开披露信息、研究报告以及文献资料,可充分保障数据的可得性与研究的便利性。

2.3 资料收集与案例描述

2.3.1 资料收集

案例研究主要包含六种数据来源:访谈、直接观察、参与式观察、文件、档案纪录和实物证据。每种数据来源都有其优缺点,不同的数据来源可以相互佐证。因此,在数据收集阶段,本研究运用不同的数据来源,通过多样化数据源保证数据间相互补充和交叉检验,形成“证据三角形”,以提高案例研究的信度和效度^[37]。

遵循案例研究的资料收集方法,本研究选择了多种数据收集方式来收集案例信息。一手资料主要通过以下几种方式获得:1)全体作者到案例企业进行实地调查,包括现场访谈和参观考察;2)邀请案例企业董事局主席及高层管理者进行主题演讲和座谈;3)线上访谈及调查问卷。除一手资料外,本研究还借助其他渠道广泛收集与案例企业相关的二手资料,主要包括:1)案例企业的官方资料;2)媒体对案例企业的相关报道、企业家演讲及访谈记录等;3)在案例企业发展历程中所有发表过的文章以及从行业或专题材料中选取的文章。数据采集方式及编码来源分类见表 1 和表 2 所示。

表 1 数据采集描述性统计

Table 1 Descriptive statistics of data source

数据来源	访谈次数及时间	访谈对象	访谈时长/min
深度访谈 (含线上访谈)	第一次(2019-11-22)	董事局主席	60
	第二次(2020-01-14)	董事局主席、总裁	120
	第三次(2020-04-07)	总裁、副总裁	120
	第四次(2020-08-05)	董事局主席、总裁、副总裁、 子集团总裁	330
主题演讲和座谈	第一次(2019-11-22)	董事局主席	70
	第二次(2019-11-23)	副总裁	20
二手资料	亨通集团官方资料;媒体报道、演讲及访谈记录;发表的文章		

表 2 数据来源及编码

Table 2 Data source and coding rules

数据分类	数据来源	数量	编码
一手资料	通过深度访谈(含线上访谈)获得的资料	4	F1
	通过主题演讲和座谈获得的资料	2	F2
二手资料	通过企业官方渠道获得的资料	27	S1
	通过社会媒体报道获得的资料	22	S2
	通过企业内部获得的手册、PPT等相关资料	2	S3

2.3.2 案例企业介绍

亨通成立于1991年,位于江苏省苏州市,现是光通信领域的龙头企业,行业排名位居全球前三。经历了三十年的发展,亨通从原先只生产电缆的小乡镇企业,逐渐攻克了光通信产业链中上游的光纤和光棒技术,并且实现产业链下游光器件的研发生产,从而打通并拥有了光棒、光纤、光缆到光器件的完整产业链,成长为中国光通信领域的“隐形冠军”。

近年来,在数字经济蓬勃发展的背景下,亨通不再仅仅围绕原有的特定产业链向上游延伸,而是在数字基础设施领域进行全方位创新,旨在整合数字基础设施产业链,业务范围遍及5G、人工智能、智慧城市、能源互联、海洋通信等。在通信产业方面布局5G产业基础通信产品及应用,打造新一代绿色光棒、光纤、全系列光缆及光网络配线产品等;电力产业形成电网、海洋、储能、新能源、材料五大产业方向;新产业方向的通信与功率半导体(如硅光芯片、物联网芯片、射频芯片)、海洋通信及能源领域产品(如海洋光缆、海洋电缆等);专网通信与设备产业(如量子通信设备、惯导系统、航姿测量系统等)。

2.3.3 数据分析及研究过程

本研究主要采用数据编码和归类的方法分析

案例数据,目的是从大量访谈资料中提炼主题和关键理论构念,从而进行理论构建。本研究遵循了Graebner^[38]、肖静华等^[39]的编码过程:首先,对原始数据资料进行甄选和提炼,设计编码方案并将繁杂的原始数据资料转换为简练且容易识别的编码。编码过程包括两个步骤:1)初始编码界定,明确从不同渠道获得的数据,比如一手资料中通过访谈获得的数据编码标记为F1,二手资料中通过企业官方渠道获得的资料编码标记为S1;2)提炼编码构念,即在文献理论的基础上明确相关构念的内涵和测量,本研究涉及的编码构念有企业家前瞻型市场导向和经营客户,具体的编码构念见表3。上述编码分析工作由2名研究人员分别独立完成,完成后进行比较对照,并就一致的结果进行讨论,通过再次编码和添加新材料的方式达成一致意见。

最后,基于前两个阶段形成的编码结果梳理理论框架,将理论构念放入本研究的理论框架,回到数据链中进一步寻找支撑该理论构念的证据,完善理论框架。通过数据链不断产生更加精炼的构念补充理论框架,理论框架则随着研究过程的推进不断完善,最终达到预期研究目标。图1展示了最终的数据结构,代表了从原始数据到构念与主题的图形化展示。

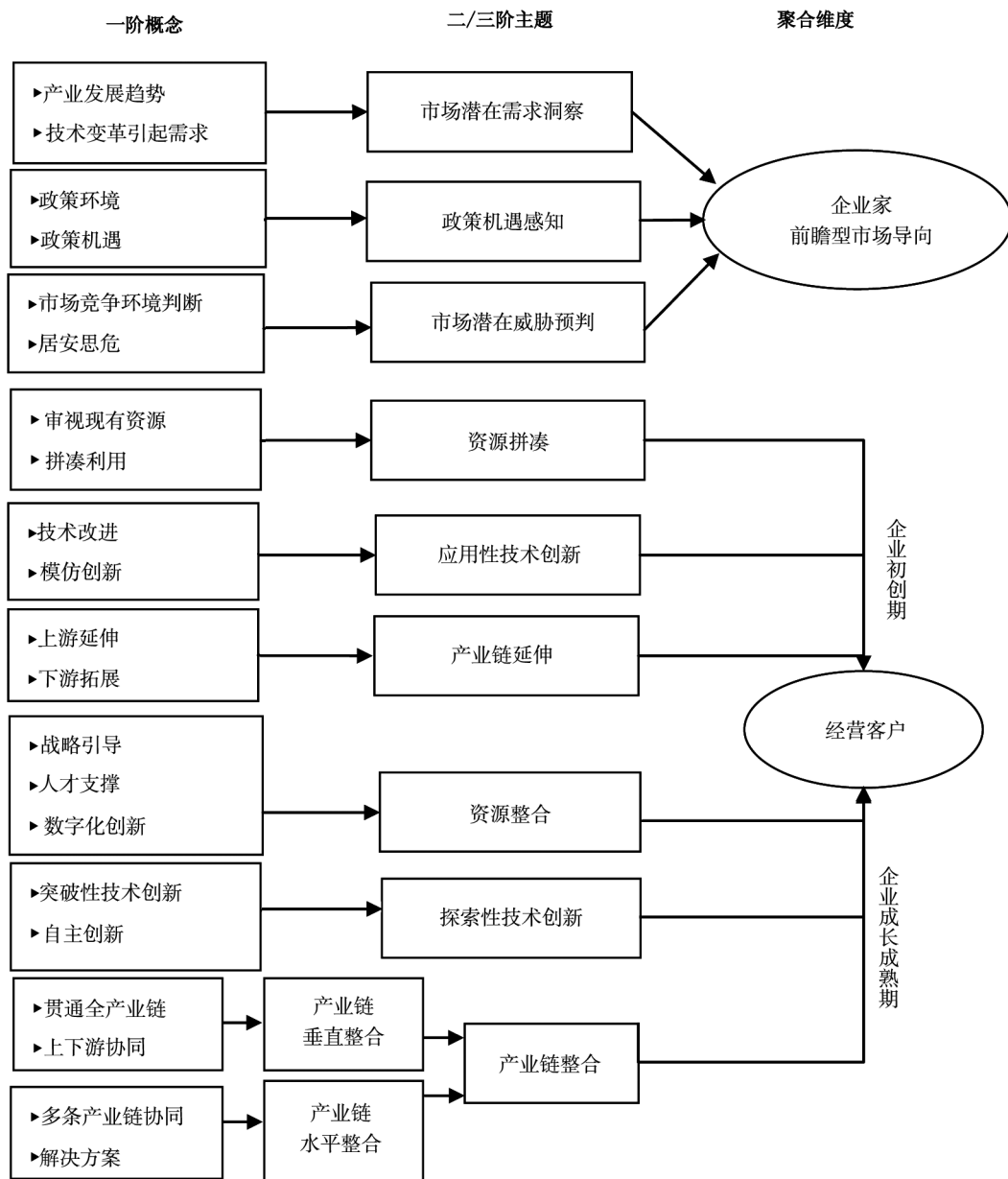


图 1 数据结构图

Fig. 1 Data structure diagram

表 3 编码构念

Table 3 Construct the definition of construct

构念	测量变量	概念化	关键词举证
企业家 前瞻型 市场导向	市场潜在 需求洞察	企业家发掘、预判和满足市场潜在 需求的能力	以客户为中心、驱动市场、预判光缆 需求、全套数字基础设施需求
	政策机遇感知	企业家从国家政策、产业趋势中发现和 捕捉机遇的能力	改革开放、一带一路、光进铜退、 新基建
	市场潜在 威胁预判	企业家对来自宏观环境、竞争对手、产业链等 方面存在的威胁的预测与判断	技术封锁、产业链“卡脖子”、 美国制裁

续表 3
Table 3 Continues

构念	测量变量		概念化	关键词举证
经营客户	企业初创期	资源拼凑	面临资源约束时,审视现有资源的价值、通过“将就”与重新整合的动态过程	合资建厂、人才合作、引进设备
		应用性技术创新	在现有技术的基础上提升企业既有技能、产品和服务	光缆技术更新、生产设备更新
		产业链延伸	企业在某一产业链上向产业上游或下游延伸	向产业链上下游拓展
	企业成长成熟期	资源整合	在企业已具备相当资源情况下,企业对不同来源、不同层次、不同结构、不同内容的资源进行配置、激活和有机融合的动态过程	院企合作、储备高端人才、全球研发网络、技术合作、数字化创新
		探索性技术创新	通过引入与目前产品或技术相差很大的新产品或新技术满足新市场或新客户的新需求的创新行为	自主研发光棒技术、全球领先技术、数字基础设施全领域创新
		产业链整合	垂直整合	企业在某一产业链上向产业上游或下游延伸,垂直打通全产业链
水平整合	两个或多个并行的产业链之间发生了关联关系		数字基础设施全产业链	

3 案例分析与发现

结合亨通发展历程、企业战略布局、重要节点以及数字产业化进程,作者与亨通管理团队多次讨论,将亨通的转型过程划分为三大阶段.下面将对每部分转型进行详细阐述.

3.1 通信技术时代:转型初级阶段

亨通属于最早一批进入通信行业的企业,通过光缆和光纤的技术创新驱动了我国通信行业的发展.在此阶段,亨通转型过程如表 4 和表 5 所示.

该阶段早期,光纤生产主导.亨通创始人崔根良准确洞察了当时“八纵八横”光缆干线工程带来的光缆市场需求,把握住了改革开放的发展机遇,提出生产光缆的决策,这反映了企业转型的关键取决于企业家对市场潜在需求的把握^[40].由于处于企业初创期,各项资源有限,亨通通过“借”的方式拼凑资源,即通过“借”的方式解决资金问题,通过合作解决技术人才短缺问题,通过引进生产线解决设备问题.以此,通过模仿创新的方式,亨通掌握了光缆的生产技术,处于光通信产业链

的低端环节.

该阶段后期,光纤研发崛起.在解决光缆生产问题后,崔根良意识到光纤传输必定是未来市场的主流,必须要向产业链的中上游延伸.由于光纤(生产光缆的原料)的生产技术一直为国外竞争者控制,崔根良预感到若不掌握光纤技术,亨通的光缆产业必然受到产业链中游光纤环节的限制^[41].当时正值全球互联网泡沫破裂,通信产业步入低谷,但崔根良仍然从低迷的宏观环境中发现了机遇:以低成本建厂并趁机招揽一大批失业的光纤技术人才.为了满足市场潜在的光纤需求,亨通将企业战略调整为研发生产光纤,通过建立先进生产体系的智能化生产和规范的信息化管理为光纤技术的研发提供支撑,从国内外引进顶尖专业人才来攻克光纤技术.开始时,亨通通过购买国外光纤拉丝设备,在消化吸收基础上对设备按照工艺要求进行调整改造,后来不断改造装备、更换材料、调整参数自主研发光纤制造技术,全面掌握了光纤拉丝技术,从而构建起了光纤光缆产业链配套的能力,提升了企业的竞争力^[42],相关构念和典型证据援引见表 4.

表 4 光缆阶段编码及典型证据

Table 4 Typical references and encoding results of optical cable

核心构念	构念维度	典型证据举例
企业家前瞻型 市场导向	市场潜在需求洞察	<ul style="list-style-type: none"> • 曾经的通信兵经历让崔根良敏锐地察觉到,通信行业大有可为! (F1、F2、S1、S2) • 广电铺设光缆,市场需求激增 (F2、S1、S2) • 未来肯定是需要光缆传输 (F1、F2、S2、S3)
	政策机遇感知	<ul style="list-style-type: none"> • 亨通的今天离不开党的领导和改革开放的大好政策、大好时代 (F1、S1) • “八纵八横”光缆干线工程 (S1、S2)
	市场潜在威胁预判	<ul style="list-style-type: none"> • 只生产电缆必定会被市场淘汰 (F3、S1)
经营客户 (初创期)	资源拼凑	<ul style="list-style-type: none"> • 生产光缆的战略 (F3、S1) • 通过“借”解决资金问题 (F1、S3) • 与武汉邮电科学研究院合作,靠着“借梯登高”解决了技术人才问题 (S2、S3) • 引进当时最先进的生产流水线 (S2)
	应用性技术创新	<ul style="list-style-type: none"> • 掌握光缆生产技术 (S2、S3)
	产业链延伸	<ul style="list-style-type: none"> • 占据光通信产业链的低端环节光缆 (S1)

表 5 光纤阶段编码及典型证据

Table 5 Typical references and encoding results of optical fiber

核心构念	构念维度	典型证据举例
企业家前瞻型 市场导向	市场潜在需求洞察	<ul style="list-style-type: none"> • 光缆需求量激增导致市场对光纤需求扩大 (F1、F2、S2、S3) • 光纤传输必定优于电传输,光纤通信一定会替代电传输 (S1、S3) • 在光缆市场起步阶段抢先进入市场 (F2、S1、S2)
	政策机遇感知	<ul style="list-style-type: none"> • 全球互联网泡沫破裂,我国通信产业步入低谷,亨通趁机以低成本建厂房、吸引招揽光纤技术人才 (S1、S2、S3)
	市场潜在威胁预判	<ul style="list-style-type: none"> • 我国 80% 以上的光纤依赖进口,无法通过市场引进技术 (S2、S3)
经营客户 (初创期)	资源拼凑	<ul style="list-style-type: none"> • 发展战略由光缆向光纤转变 (F1、F2、S1、S2、S3) • 在国内外招揽人才,以各种灵活的形式把顶尖专业人才网罗麾下 (S2、S3) • 开始时通过购买国外光纤拉丝设备,在消化吸收基础上对设备按照工艺要求进行调整改造 (S2、S3)
	应用性技术创新	<ul style="list-style-type: none"> • 通过消化吸收再创新掌握光纤技术 (F1、S2、S3)
	产业链延伸	<ul style="list-style-type: none"> • 掌握光纤技术,延伸至光通信产业链中端的光纤环节 (S3)

3.2 ICT 时代:转型中级阶段

随着亨通的客户——电信运营商进入 4G 升级时代,对光纤传输速度提出更高的要求. 作为控制光纤性能的原始棒体材料,光棒成为满足电信运营商潜在需求的产品. 此时,顺应“光进铜退”、一带一路的大趋势,亨通决定研发光棒技术. 当时,国外同行将亨通视为主要竞争对手,这导致引进消化吸收再创新的老路走不通,自主创新是亨通攻克光棒技术的唯一选择^[43].

本阶段亨通将企业战略转变为自主研发光棒技术. 具体措施包括:优化完善国家级企业技术中心、国家级博士后工作站等研发载体的创新机制与体制,加大研发设施及研发费用的投入,通过引

进与培养相结合方式积累光棒技术研发人才. 在数字化创新方面,亨通组织实施促进研发资源集成共享和创新协同. 通过建设和完善研发设计知识库,促进数字化图纸、标准零部件库等设计数据在企业内部以及供应链上下游企业间的资源共享和创新协同,提升企业跨区域研发资源统筹管理和产业链协同设计能力. 通过上述措施,亨通加快光棒技术的创新,并实现了下游光器件的生产,从而贯通了光棒、光纤、光缆到光器件的完整产业链. 亨通通过光棒技术的自主创新,有力推动了通信技术和信息技术的融合,将数字产业化进程由原来的通信时代进入了通信技术与信息技术融合的 ICT 时代. 相关构念和典型证据援引见表 6.

表 6 光棒阶段编码及典型证据

Table 6 Typical references and encoding results of optical tunnel

核心构念	构念维度	典型证据举例
企业家前瞻型 市场导向	市场潜在需求洞察	<ul style="list-style-type: none"> • 电信运营商 4G 升级,这必定会催生对光棒的需求(F2、S1、S2) • 要想办法占领光棒市场,获得先动优势(F1、F2、S2、S3)
	政策机遇感知	<ul style="list-style-type: none"> • 一带一路(F1、F2、S1、S2) • 光进铜退(F1、S2)
	市场潜在威胁预判	<ul style="list-style-type: none"> • 国外同行将亨通视为主要竞争对手,实施技术封锁(S2、S3)
经营客户 (成长成熟期)	资源整合	<ul style="list-style-type: none"> • 自主研发光棒技术的战略(F1、F2、S1、S2、S3) • 与国内知名高校院所(机构)平台类研发企业合作(S1、S2) • 吸引、培养储备高端人才(S1、S2) • 生产智能化、管理信息化、资源共享与协同(F1、S1、S3)
	探索性技术创新	<ul style="list-style-type: none"> • 通过自主创新研发光棒技术和生产设备(F1、S1)
	产业链垂直整合	<ul style="list-style-type: none"> • 通过研发光棒技术,打通光通信产业链的最高端环节,并延伸到下游的光器件生产(S2)

3.3 数字产业时代:转型高级阶段

进入数字经济时代,电信运营商开始向数字基础设施运营商转型.此时,崔根良察觉到电信运营商的需求不再是单个的产品,而是整套的数字基础设施解决方案.而中美贸易摩擦等危机也为亨通发展带来了威胁.恰逢我国数字经济发展战略和新基建的契机,亨通全面进入数字基础设施领域.

基于此,本阶段亨通的技术创新不再围绕特定产业链,而是基于数字基础设施的全方位创新.为攻克数字基础设施领域的关键技术,亨通建立了面向全球化、开放型的研发网络体系,在全球产业的集聚地设立研发中心,吸收全球细分领域专家,转化全球最新创新成果.亨通重点推进与国内

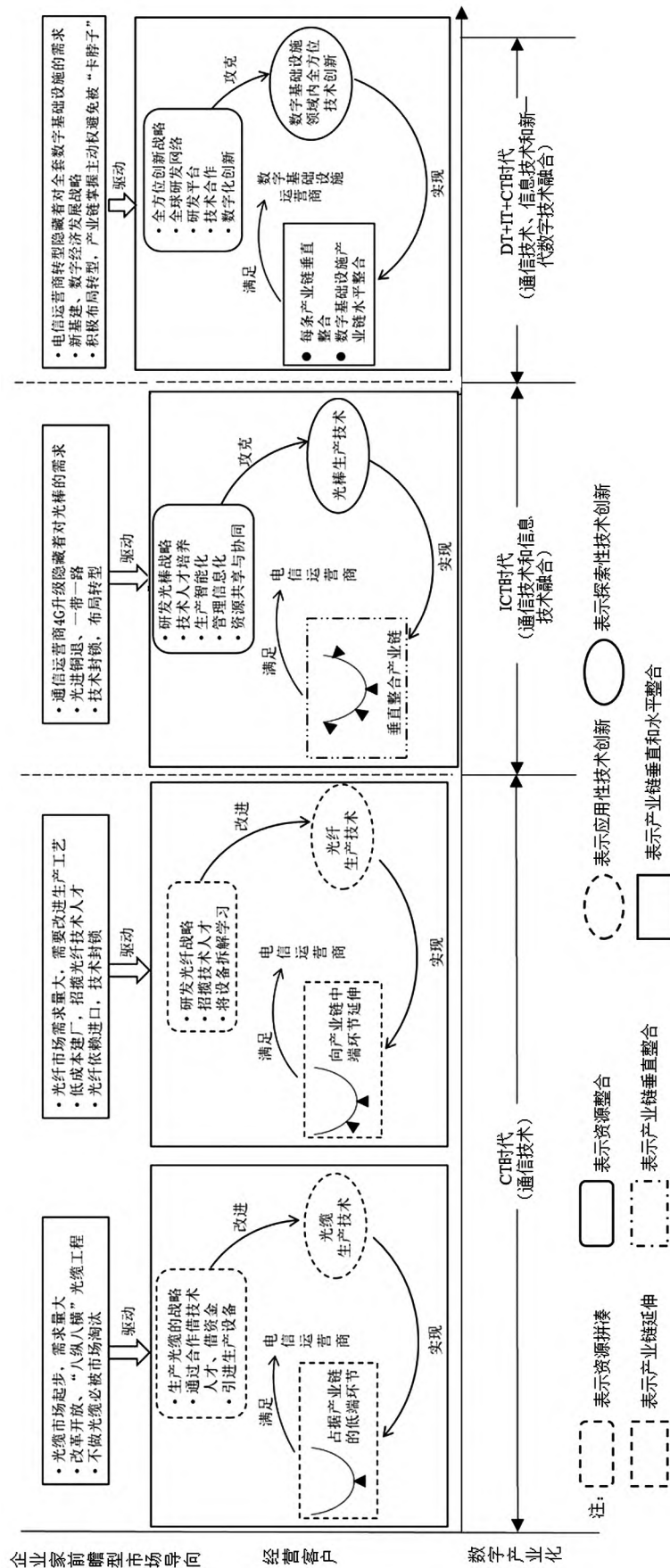
知名高校院所(机构)平台类研发企业合作,形成高端人才聚集的比较优势.亨通还引入了 IBM 的 IPD 研发流程体系,不断扩大研发队伍,在线缆、装备、信息化方面加大研发力度.在此阶段,亨通通过数字基础设施领域的多项技术创新,向该领域的产业链不断扩张,目的是为了能够将多个产业链横向整合形成整套的解决方案^[34].亨通通过在数字基础设施领域多项技术的自主创新,有力推动了新一代数字技术、通信技术和信息技术的融合,驱动产业数字化转型由 ICT 时代进入了数字产业时代.相关构念和典型证据援引见表 7.

图 2 汇总了亨通在数字产业化的不同阶段,企业家前瞻型市场导向、经营客户的内涵与演变.

表 7 数字基础设施全领域阶段编码及典型证据

Table 7 Typical references and encoding results of digital infrastructure

核心构念	构念维度	典型证据举例
企业家前瞻型 市场导向	市场潜在需求洞察	<ul style="list-style-type: none"> • 电信运营商转型成为数字基础设施运营商,这必定会催生对全套数字基础设施的需求,要抢先别人一步提供相应的解决方案(F1、F2、S2、S3)
	政策机遇感知	<ul style="list-style-type: none"> • 新基建、数字经济发展战略(F1、F2、S1、S2)
	市场潜在威胁预判	<ul style="list-style-type: none"> • 国际政治经济形势的不确定性(F1、S2、S3)
经营客户 (成长成熟期)	资源整合	<ul style="list-style-type: none"> • 全方位创新战略(F1、F2) • 聚集高端人才(F2、S3) • 搭建平台(F1、S1) • 全球化、开放的研发网络(F1、S2) • 技术合作(F1、S1) • 数字化创新(F1、S1)
	探索性技术创新	<ul style="list-style-type: none"> • 数字基础设施方面的全方位创新(F1、F2、S1、S2、S3)
	产业链垂直整合	<ul style="list-style-type: none"> • 数字基础设施的多个产业链垂直打通(S1、S3)
	产业链水平整合	<ul style="list-style-type: none"> • 研发数字基础设施领域多种核心技术,向数字基础设施多个产业链扩张(F1、S2、S3)



4 结 束 语

4.1 研究结论

本研究以亨通为案例研究对象,以其三十年的转型历程为基础,分析数字制造企业的亨通如何通过技术创新实现数字化转型进而推动数字产业化进程,从而构建了数字制造企业数字化转型

路径的理论框架(如图3).主要包括三部分内容:一是企业家前瞻型市场导向是数字化转型环境下数字制造企业转型的驱动因素;二是采用经营客户的思维逻辑经营企业,为满足客户潜在需求,按照企业成长阶段构建了企业成长初期的“资源拼凑—应用性技术创新—产业链延伸”和成长成熟期的“资源整合—探索性技术创新—产业链整合(垂直/水平整合)”的两条路径.

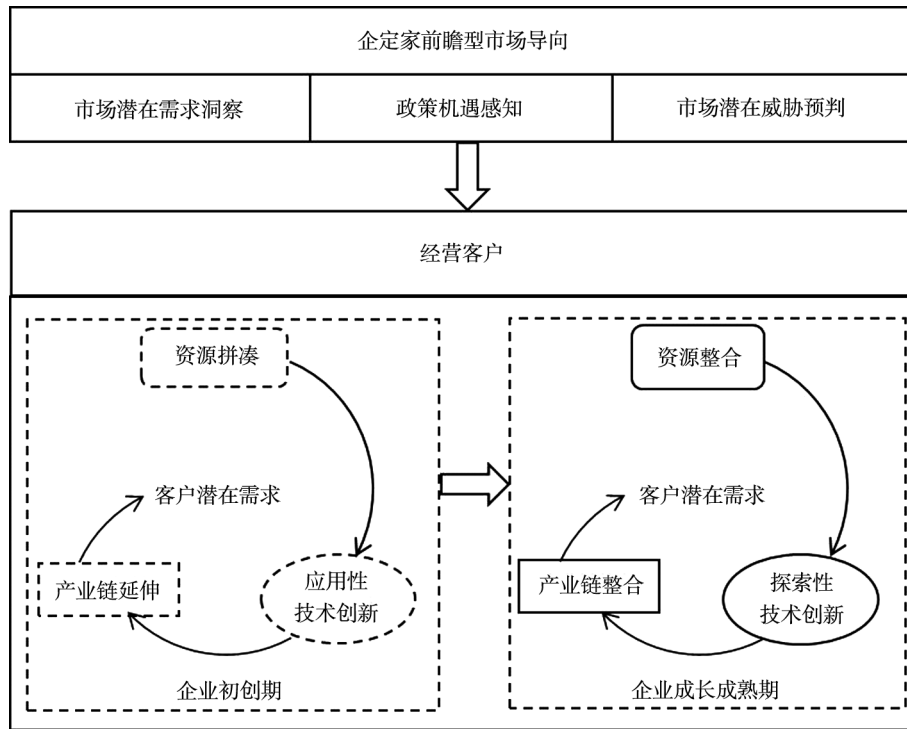


图3 研究结论

Fig.3 Research conclusion

1) 企业家前瞻型市场导向

数字产业具有高度不确定性,主要表现为技术的高风险性和市场的不确定性^[6].这是因为数字产业是技术驱动型产业,而重大技术创新往往伴随着高风险,这体现在技术创新投入大,其结果不确定性程度高,一旦失败将给企业带来较大损失^[23].市场不确定性体现在数字产业市场需求迭代快,重大的技术创新可能颠覆以前的市场需求^[44].此外,宏观形势变化(如中美贸易摩擦)带来的外部危机进一步加剧了数字产业的不确定性.正因为数字产业高度不确定性的特点,数字产业的企业家更应当具备前瞻型市场导向.通过亨通的案例分析,本研究构建了企业家前瞻型市场导向的三个维度:市场潜在需求洞察、政策机遇感

知以及市场潜在威胁预判.当下,全球正经历以人工智能、大数据、物联网、云计算、量子计算等为核心的新一代产业技术革命,这无疑会对现在的数字产业市场需求带来前所未有的影响.这就需要企业家首先能够透过纷纭嘈杂的市场表象找准市场潜在需求,识别市场机会,抢占市场先机^[22],即市场潜在需求洞察,以此来引领企业的发展;其次,在洞察市场潜在需求后,企业家要善于从国家发展大势、政策趋势以及产业变革趋势中捕捉机遇,顺势而为.做到感知政策机遇的企业家有一个共同的特征,即跟随国家发展大趋势并率先进行布局,顺应着某个新趋势而实现快速发展.最后,数字产业的企业家还应具备市场潜在威胁预判,这是因为数字产业发展存在高度不确定性导致

的^[11],市场潜在威胁可能来源于同行竞争者,也有可能来自于上下游合作伙伴,还有可能来自于譬如中美贸易摩擦等外部的宏观局势带来的产业链风险。

2) 经营客户

在企业家前瞻型市场导向的引领下,数字制造企业应当采取经营客户的思维逻辑。在企业初创阶段,经营客户的逻辑要经历“资源拼凑—应用性技术创新—产业链延伸”三个步骤:在企业家前瞻型市场导向的引领下,首先,数字制造企业通过资源拼凑实现应用性技术创新。资源是所有企业生存与成长的关键,但初创企业由于“新生弱性”与“小而弱性”导致资源约束无处不在^[45]。资源拼凑是重新审视现有资源的价值,通过“将就”与重新整合,实现新的市场机会把握或应对挑战^[27],从而成为初创阶段数字制造企业的选择。例如,亨通在生产光缆时,还没有掌握生产光缆的技术和设备,所以通过借资金、人才合作、引进设备的方式拼凑资源实现光缆生产技术的创新;其次,采用应用性技术创新的战略。应用性技术创新是为了完善现有技术而对现有技术进行较小的改进,有利于企业提高创新过程的速度,降低风险与成本^[25],更适用于发展初期的企业;最后,实现产业链延伸。通过不断的应用性技术创新,促使数字制造企业从产业链的低端环节向中高端环节延伸。在亨通的案例中,亨通通过光缆和光纤技术的创新,从光通信产业链的低端延伸到中高端。

在企业成长成熟阶段,经营客户的逻辑要经历“资源整合—探索性技术创新—产业链整合”三个步骤:在企业家前瞻型市场导向的引领下,首先,通过资源整合突破关键技术创新。与初创阶段相比,本阶段企业资源已经相对丰富,资源整合(而非资源拼凑)成为企业选择。企业将不同来源、不同层次、不同结构、不同内容的资源进行选择、汲取、配置、激活和有机融合^[46]。例如,亨通在研发光棒技术时,通过制定光棒战略、自主创新、储备高端技术人才、生产智能化、管理信息化等方式整合资源攻克光棒技术创新;其次,采用探索性技术创新战略。探索性技术创新是为了从现有的技术改进曲线跃迁到新的技术曲线上。探索性创新获得的新技术与现有技术存在较大差别,会给

企业带来差异化的竞争优势,使竞争对手在短时间内难以模仿^[26]。然而,探索性技术创新成功与否需要较长的时间才能显现,且其结果有很强的不确定性,会给企业带来较大风险,更适用于已经具备一定实力的企业;最后,实现产业链整合。体现在两个方面:一是产业链垂直整合,二是产业链水平整合。从产业链垂直整合来看,数字制造企业初始阶段深耕于某一产业链,通过技术创新贯通产业链的上下游,做到产业链垂直整合。而后,数字制造企业不再局限于某一条产业链,而是围绕客户需求向多条产业链水平扩张^[34]。在亨通的案例中,亨通通过光棒创新垂直整合了整个光通信产业链,而后又向数字基础设施领域内的多条产业链水平整合,比如向客户提供量子保密通信产品组网解决方案,涉及多条产业链,目的是为了更好的满足客户的潜在需求。

3) 数字产业化与数字制造企业转型

通过亨通的案例分析可以发现,技术创新是数字制造企业的数字化转型的重要驱动力。亨通从光缆到光纤到光棒再到数字基础设施领域的转型全面体现了数字产业化的进程。初期,电缆向光缆光纤技术的变革催生了新的市场需求,亨通通过光纤技术创新满足市场需求,推动了通信行业的进步。中期,光纤向光棒技术的变革使得通信技术和信息技术相融合,亨通自主研发光棒技术,推进 ICT 时代到来。当前,数字基础设施领域内的技术变革则使得新一代数字技术、通信技术和信息技术相融合,亨通基于技术创新实现产业链的垂直和水平整合,深度融入数字产业时代。

4.2 理论意义

通过亨通的案例研究,本研究构建了数字制造企业数字化转型路径的理论模型,对我国数字制造企业数字化转型和数字产业发展具有重要的理论意义,主要体现在以下几个方面:

首先,本研究构建了数字制造企业数字化转型路径的理论模型,并通过核心构念及具体维度的解读诠释了数字制造企业转型的具体步骤和过程。企业成长初期的“企业家前瞻型市场导向—资源拼凑—应用性技术创新—产业链延伸”的动态循环过程和成长成熟期的“企业家前瞻型市场导向—资源整合—探索性技术创新—产业链垂

直/水平整合”的路径清晰表明了处于不同阶段的数字制造企业在数字化转型应当注重的关键环节. 研究结论弥补了现有文献较多关注于传统行业制造企业的转型^[4-7]的不足, 将制造企业的数字化转型研究拓展到数字产业领域.

其次, 本研究构建了数字制造企业数字化转型中企业家前瞻型市场导向的内涵和维度, 并揭示了企业家前瞻型市场导向对数字产业内制造企业转型的重要意义. 研究结论与许爱玉等^[40]等学者发现的企业家的个人能力是制造企业转型的重要驱动力相呼应, 但本研究更进一步地强调企业家前瞻型市场导向的作用, 构建了数字产业内制造企业中企业家对潜在市场需求的洞察、政策机遇感知、市场潜在威胁预判如何驱动企业经营客户的逻辑, 进而驱动技术创新和产业链延伸与整合. 在此基础上, 将潜在市场洞察、政策机遇感知以及市场潜在威胁作为企业家前瞻型市场导向的三个维度, 突破了以往关于企业家能力、企业家精神相关理论较为宽泛研究企业家的个人特征和心理特征^[40]的局限: 一是聚焦于数字产业领域中尤为重要的市场因素, 凸显了市场因素对数字制造企业数字化转型的重要性; 二是指出了中国情境下特有的政策机遇感知维度, 做到了扎根中国数字产业实践, 讲好中国故事; 三是指出了当下百年未有之大变局环境下, 尤其是具有高度不确定性的数字产业, 企业家更应当具备市场潜在威胁的预判能力. 研究结论基于中国独有的政策视角和数字经济发展的时代特色, 丰富和拓展了国外学者提出的市场导向相关理论^[18-20].

再次, 本研究指出了数字制造企业数字化转型过程中, 涉及企业经营理念的变化, 即经营客户的思维逻辑, 并分别构建了企业初创期的“资源拼凑→应用性技术创新→产业链延伸”和成长成熟期的“资源拼凑→探索性技术创新→产业链整合”的动态演化过程. 虽然已有学者研究了二元技术创新和市场导向两个不同维度之间的组合关系对企业绩效的影响^[23], 但本研究创新性的将二元技术创新和市场导向融入到经营客户的思维逻辑中, 用来解释在数字制造企业的经营客户理念. 本文研究结论还指出, 技术创新是受到客户需求驱动的创新, 不能脱离市场需求^[14]. 这一结论丰

富和延伸了数字产业化相关研究中数字产业化的核心是技术创新的结论^[4].

最后, 本研究从产业链整合的视角丰富了制造企业转型的相关研究^[5-7]. 目前, 已有的关于企业转型升级的文献多集中在企业转型升级的类型和模式、影响因素以及路径选择方面的研究^[14-16], 对于数字制造企业如何通过产业链延伸与整合实现数字化转型的研究还相对较少, 并且现有研究主要集中在转型升级的某个要素上, 没有形成系统的理论. 因此, 本研究系统性地探索了数字制造企业如何通过产业链延伸与整合实现数字化转型, 并指出了相应的关键环节.

4.3 实践意义

本文研究结论可以为我国数字制造企业的数字化转型以及数字产业化提供一些启发和借鉴.

首先, 本研究构建的数字制造企业数字化转型路径可以指导数字制造企业结合自身发展阶段, 按照企业成长初期的“企业家前瞻型市场导向—资源拼凑—应用性技术创新—产业链延伸”和成长成熟期的“企业家前瞻型市场导向—资源整合—探索性技术创新—产业链垂直/水平整合”的路径正确规划自身的数字化转型, 从而推动我国数字产业化进程. 这也是我国数字经济发展战略和“十四五”规划关于“推进数字产业化”要求的落地实践, 本文研究结论为上述政策落地提供了可操作、可复制的路径与模式.

其次, 由于数字产业的高投入、高风险和高不确定性的特征, 企业家应当具备前瞻型市场导向, 尤其关注市场因素, 善于发掘市场中的潜在需求. 这是因为数字产业属于技术驱动型, 当下新一代数字技术变革必定会产生新的未被发现的需求, 通过发掘这些潜在需求有助于驱动企业数字化转型. 企业家还应做到明大势, 精准把握国家政策、产业走向趋势, 顺势而为, 善于在大势中发现并捕捉机遇. 数字制造企业的企业家还应当时刻保持危机意识, 预判市场环境中潜在危险, 譬如竞争者威胁、国际环境等不可抗力因素.

再次, 在企业家前瞻型市场导向的驱动下, 数字制造企业应当有意识的采用经营客户的思维逻辑, 以客户需求为中心. 在企业发展初期, 因为资源等条件的限制, 通过资源拼凑实现应用性技术

创新;待企业成长壮大后,发掘客户隐藏的潜在需求,通过资源整合实现探索性技术创新。

最后,数字产业制造企业应当在自身产业链上保持危机意识,保护好自身所在的产业链,防止在关键环节被“卡脖子”。尤其是当下全球政治经济形势的不确定,制造企业更应当注重攻克产业链的关键环节,避免因国际贸易摩擦等宏观环境变化而导致被“技术压制”。需要注意的是,不管是垂直整合产业链还是水平整合产业链,都是受到客户需求驱动的,目的是为了能够更好地满足客户的需求。

4.4 研究局限与展望

虽然本文的研究结论得出了一些有益的结

论,但是仍然存在一些不足与潜在研究点。首先,数字制造企业数字化转型的实证研究尚处于探索阶段,可参考的文献不足,本研究提出的理论框架还需要未来研究进行丰富和补充,尤其是核心概念和具体维度的深入挖掘。其次,研究的案例企业对研究问题而言具有极端启发性,但单案例研究构建理论的普适性受限,难以避免多元决定(over-determination)因素的影响。建议未来更多的学者对其他数字制造企业转型相关问题进行研究。最后,本研究从理论层面以案例分析的方法对数字产业制造企业转型路径进行研究,未来可辅以实证分析方法进一步加以验证。

参 考 文 献:

- [1]陈 收,蒲 石,方 颖,等. 数字经济的新规律[J]. 管理科学学报, 2021, 24(8): 36 - 47.
Chen Shou, Pu Shi, Fang Ying, et al. The new rules of digital economy[J]. Journal of Management Sciences in China, 2021, 24(8): 36 - 47. (in Chinese)
- [2]陈煜波. 大力发展数字经济[N]. 人民日报, 2021 - 01 - 20(9).
Chen Yubo. Developing the Digital Economy Vigorously[N]. People's Daily, 2021 - 01 - 20(9). (in Chinese)
- [3]杨蕙馨,李春梅. 中国信息产业技术进步对劳动力就业及工资差距的影响[J]. 中国工业经济, 2013, (1): 51 - 63.
Yang Huixin, Li Chunmei. The effect of technological progress on employment and wage gap in Chinese information industry [J]. China Industrial Economics, 2013, (1): 51 - 63. (in Chinese)
- [4]黄丽华,朱海林,刘伟华,等. 企业数字化转型和管理: 研究框架与展望[J]. 管理科学学报, 2021, 24(8): 26 - 35.
Huang Lihua, Zhu Hailin, Liu Weihua, et al. The firm's digital transformation and management: Toward a research framework and future directions[J]. Journal of Management Sciences in China, 2021, 24(8): 26 - 35. (in Chinese)
- [5]汪建成,毛蕴诗,邱楠. 由 OEM 到 ODM 再到 OBM 的自主创新与国际化路径——格兰仕技术能力构建与企业升级案例研究[J]. 管理世界, 2008, (6): 148 - 155 + 160.
Wang Jiancheng, Mao Yunshi, Qiu Nan. The path of independent innovation and internationalization from OEM to ODM and then to OBM: A case study of Galanz's technology capacity building and enterprise upgrading[J]. Journal of Management World, 2008, (6): 148 - 155 + 160. (in Chinese)
- [6]毛蕴诗,金娅婷,吴东旭. 从我国台湾地区纺织业经验看大陆企业转型升级[J]. 当代经济管理, 2011, 33(8): 49 - 55.
Mao Yunshi, Jin Yating, Wu Dongxu. Research on transformation and upgrading of textile enterprises in Chinese mainland based on the success experience of Taiwan textile industry[J]. Contemporary Economic Management, 2011, 33(8): 49 - 55. (in Chinese)
- [7]王兴棠. 产业链下游企业转型升级影响因素研究——基于不同最终产品市场的视角[J]. 中国管理科学, 2021, 29(3): 71 - 79.
Wang Xingtang. Research on the influencing factors of transformation and upgrading of industry chain downstream firms: Based on the perspective of different final product markets[J]. Chinese Journal of Management Science, 2021, 29(3): 71 - 79. (in Chinese)
- [8]杜庆昊. 数字产业化和产业数字化的生成逻辑及主要路径[J]. 经济体制改革, 2021, (5): 85 - 91.
Du Qinghao. The generation logic and main path of digital industrialization and industry digitization[J]. Economic Restructuring, 2021, (5): 85 - 91. (in Chinese)

- [9] 王俊豪, 周晟佳. 中国数字产业发展的现状、特征及其溢出效应[J]. 数量经济技术经济研究, 2021, 38(3): 103 - 119.
Wang Junhao, Zhou Shengjia. The status quo, characteristics and spillover effects of the development of China's digital industry[J]. The Journal of Quantitative and Technical Economics, 2021, 38(3): 103 - 119. (in Chinese)
- [10] 冯素玲, 许德慧. 数字产业化对产业结构升级的影响机制分析——基于 2010—2019 年中国省际面板数据的实证分析[J]. 东岳论丛, 2022, 43(1): 136 - 149 + 192.
Feng Suling, Xu Dehui. The influence mechanism of digital industrialization on industrial structure upgrading: An empirical analysis based on China's provincial panel data from 2010 to 2019 [J]. Dongyue Tribune, 2022, 43(1): 136 - 149 + 192. (in Chinese)
- [11] 许宪春, 张美慧. 中国数字经济规模测算研究——基于国际比较的视角[J]. 中国工业经济, 2020, (5): 23 - 41.
Xu Xianchun, Zhang Meihui. Research on scale measurement of China's digital economy: Based on the perspective of international comparison[J]. China Industrial Economics, 2020, (5): 23 - 41. (in Chinese)
- [12] 陈 玲, 薛 澜. 中国高技术产业在国际分工中的地位及产业升级:以集成电路产业为例[J]. 中国软科学, 2010, (6): 36 - 46.
Chen Ling, Xue Lan. Status and industrial upgrading of China's high-tech industry in international division of labor: A case study of integrated circuit industry[J]. China Soft Science, 2010, (6): 36 - 46. (in Chinese)
- [13] 张璐阳, 戚聿东. 数字技术背景集成电路产业颠覆创新模式构建[J]. 科学学研究, 2021, 39(5): 920 - 929.
Zhang Luyang, Qi Yudong. Disruptive innovation model of integrated circuit industry based on digital technology background[J]. Research in Science of Science, 2021, 39(5): 920 - 929. (in Chinese)
- [14] Adner R, Levinthal D. Demand heterogeneity and technology evolution: Implications for product and process innovation [J]. Management Science, 2001, 47(5): 611 - 628.
- [15] Opazo-Basaez M, Vendrell-Herrero F, Bustinza O F. Digital service innovation: A paradigm shift in technological innovation[J]. Journal of Service Management, 2022, 33(1): 97 - 120.
- [16] March J G. Exploration and exploitation in organizational learning[J]. Organization Science, 1991, 2(1): 71 - 87.
- [17] Vorhies D W, Orr L M, Bush V D. Improving customer-focused marketing capabilities and firm financial performance via marketing exploration and exploitation[J]. Journal of the Academy of Marketing Science, 2011, 39(5): 736 - 756.
- [18] Kohli A K, Jaworski B J. Market orientation: The construct, research propositions, and managerial implications[J]. Journal of Marketing, 1990, 54(2): 1 - 18.
- [19] Zhao Y Y, Peng B H, Iqbal K, et al. Does market orientation promote enterprise digital innovation? Based on the survey data of China's digital core industries[J]. Industrial Marketing Management, 2023, 109(2): 135 - 145.
- [20] Narver J C, Slater S F, MacLachlan D L. Responsive and proactive market orientation and new-product success[J]. Journal of Product Innovation Management, 2010, 21(5): 334 - 347.
- [21] 臧树伟, 胡左浩. 动态能力视角下的企业转型研究:从市场驱动到驱动市场[J]. 科学学与科学技术管理, 2017, 38(12): 84 - 96.
Zang Shuwei, Hu Zuohao. Research on enterprise transformation from the perspective of dynamic capability: From market-driven to market-driving[J]. Science of Science and Management of S. & T, 2017, 38(12): 84 - 96. (in Chinese)
- [22] Kumar N, Scheer L, Kotler P. From market driven to market driving[J]. European Management Journal, 2000, 18(2): 129 - 142.
- [23] 薛 捷. 技术—市场二元性组合对破坏性创新的影响——以科技型小微企业为研究对象[J]. 科研管理, 2019, 40(3): 10 - 20.
Xue Jie. The impact of technology-market duality combination on disruptive innovation: A case study of small and micro technology-based enterprises[J]. Science Research Management, 2019, 40(3): 10 - 20. (in Chinese)
- [24] Chesbrough H W. The era of open innovation[J]. MIT Sloan Management Review, 2003, 44(3): 35 - 41.
- [25] Jansen J, Van D, Volberda H W. Exploratory innovation, exploitative innovation, and performance: Effects of organizational antecedents and environmental moderators[J]. Management Science, 2006, 52(11): 1661 - 1674.
- [26] Reinhardt R, Gurtner S. Differences between early adopters of disruptive and sustaining innovations[J]. Journal of Business Research, 2015, 68(1): 137 - 145.

- [27] Baker T, Nelson R E. Creating something from nothing: Resource construction through entrepreneurial bricolage[J]. *Administrative Science Quarterly*, 2005, 50(3): 329–366.
- [28] Baker T, Miner A S, Eesley D T. Improvising firms: Bricolage, account giving and improvisational competencies in the founding process[J]. *Research Policy*, 2003, 32(2): 255–276.
- [29] Sirmon D G, Hitt M A, Ireland R D, et al. Managing firm resources in dynamic environments to create value: Looking inside the black box[J]. *Academy of Management Review*, 2007, 32(1): 273–292.
- [30] Wang C L, Ahmed P K. Dynamic capabilities: A review and research agenda[J]. *International Journal of Management Reviews*, 2007, 9(1): 31–51.
- [31] Poon S C. Beyond the global production networks: A case of further upgrading of Taiwan's information technology industry [J]. *International Journal of Technology & Globalisation*, 2004, 1(1): 130–144.
- [32] 吴世农, 王建勇, 屈文洲. 企业的价值链权力及其经济后果研究[J]. *管理科学学报*, 2022, 25(2): 1–23.
Wu Shinong, Wang Jianyong, Qu Wenzhou. Enterprise value chain power and its economic consequences[J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2022, 25(2): 1–23. (in Chinese)
- [33] 程虹, 刘三江, 罗连发. 中国企业转型升级的基本状况与路径选择——基于 570 家企业 4 794 名员工入企调查数据的分析[J]. *管理世界*, 2016, (2): 57–70.
Cheng Hong, Liu Sanjiang, Luo Lianfa. The basic status and path selection of Chinese enterprises' transformation and upgrading: Based on the survey data of 4 794 employees from 570 enterprises[J]. *Journal of Management World*, 2016, (2): 57–70. (in Chinese)
- [34] 冯永春, 崔连广, 张海军, 等. 制造商如何开发有效的客户解决方案? [J]. *管理世界*, 2016, (10): 150–173.
Feng Yongchun, Cui Lianguang, Zhang Haijun, et al. How can manufacturers develop effective customer solutions? [J]. *Journal of Management World*, 2016, (10): 150–173. (in Chinese)
- [35] 毛基业, 陈诚. 案例研究的理论构建: 艾森哈特的新洞见——第十届“中国企业管理案例与质性研究论坛(2016)”会议综述[J]. *管理世界*, 2017, (2): 135–141.
Mao Jiye, Chen Cheng. Theoretical construction of case studies: Eisenhardt's new insights: A review of the 10th“Chinese Enterprise Management Case and Qualitative Research Forum (2016)”[J]. *Journal of Management World*, 2017, (2): 135–141. (in Chinese)
- [36] Eisenhardt K M, Graebner M E. Theory building from cases: Opportunities and challenges[J]. *Academy of Management Journal*, 2007, 50(1): 25–32.
- [37] 李新春, 邹立凯. 传统继承与跨代创新——基于长寿家族企业的多案例研究[J]. *管理科学学报*, 2022, 25(3): 22–43.
Li Xinchun, Zou Likai. Traditional inheritance and inter-generational innovation: A multi-case study based on long-lived family businesses[J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2022, 25(3): 22–43. (in Chinese)
- [38] Graebner M E. Theory building from cases: Opportunities and challenges [J]. *The Academy of Management Journal*, 2007, 50(1): 25–32.
- [39] 肖静华, 吴瑶, 刘意, 等. 消费者数据化参与的研发创新——企业与消费者协同演化视角的双案例研究[J]. *管理世界*, 2018, 34(8): 154–173+192.
Xiao Jinghua, Wu Yao, Liu Yi, et al. Consumer data participation in R&D innovation: A case study from the perspective of corporate and consumer co-evolution[J]. *Journal of Management World*, 2018, 34(8): 154–173+192. (in Chinese)
- [40] 许爱玉. 基于企业家能力的企业转型研究——以浙商为例[J]. *管理世界*, 2010, (6): 184–185.
Xu Aiyu. Research on enterprise transformation based on entrepreneurial capability: A case study of Zheshang[J]. *Journal of Management World*, 2010, (6): 184–185. (in Chinese)
- [41] 王玲俊, 王英. 基于耗散结构的光伏产业链风险演化条件机制研究[J]. *软科学*, 2018, 32(1): 21–26.
Wang Lingjun, Wang Ying. Study on risk evolution condition mechanism of photovoltaic industry chain based on dissipative structure[J]. *Soft Science*, 2018, 32(1): 21–26. (in Chinese)
- [42] 刘景卿, 车维汉, 夏方杰. 全球价值链贸易网络分析与国际风险传导应对[J]. *管理科学学报*, 2021, 24(3): 1–17.
Liu Jingqing, Che Weihang, Xia Fangjie. Network analysis of global value chain and coping with international risk transmis-

- sion[J]. Journal of Management Sciences in China, 2021, 24(3): 1–17. (in Chinese)
- [43] Wang S, Liu Q, Chen Y. Independent research and development, technology accumulation and innovation performance: Evidence from China's pharmaceutical manufacturing industry[J]. PloS One, 2022, 17(4): e0266768.
- [44] Camisón-Haba S, Clemente-Almendros J A, Gonzalez-Cruz T. How technology-based firms become also highly innovative firms? The role of knowledge, technological and managerial capabilities, and entrepreneurs' background[J]. Journal of Innovation & Knowledge, 2019, 4(3): 162–170.
- [45] Tasavori M, Kwong C, Pruthi S. Resource bricolage and growth of product and market scope in social enterprises[J]. Entrepreneurship & Regional Development, 2018, 30(3–4): 336–361.
- [46] Bruce H L, Wilson H N, Macdonald E K, et al. Resource integration, value creation and value destruction in collective consumption contexts[J]. Journal of Business Research, 2019, 103: 173–185.

Digital transformation path of manufacturing enterprises in the digital industry: A case study of Hengtong Group

*LI Xiao-fei*¹, *CHEN Yu-bo*^{2*}, *HUANG He*³, *LIU Tao-rui*²

1. College of Business Administration, Capital University of Economics and Business, Beijing 100070, China;
2. School of Economics and Management, Tsinghua University, Beijing 100084, China;
3. School of Economics and Management, China University of Geosciences (Beijing), Beijing 100083, China

Abstract: The digital industry is also called the core industry of digital economy is the foundation of the development of digital economy. The digital transformation of manufacturing enterprises in the digital industry directly determines the development process and quality of digital economy. Different from digital-native enterprises in the digital industry, manufacturing enterprises in the digital industry must address the challenge of transition from the communication and information technology to the new generation of digital technology. Most existing research on digital transformation focuses on traditional industries and pays less attention to the manufacturing enterprises in the digital industry. This paper conducts a case study of the transformation practices of Hengtong Group, a leading manufacturing enterprise in the digital industry over the past 30 years. The results show that the main driving force of the transformation of the digital manufacturing enterprises is the entrepreneur's proactive market orientation, including the insight of potential market demand, the perception of policy opportunities, and the prediction of potential market threats. Further, guided by the proactive market orientation, and adopting a customer-centric logic, the digital manufacturing enterprises develop two evolutionary transformation paths for technology innovation and industrial chain extension/integration, depending on their growth stages. During the early stages of growth, the enterprises adopt a dynamic process of “entrepreneur proactive market orientation-resource bricolage-exploitative technology innovation-industrial chain extension”. During the mature stages, the enterprises form a dynamic process of “entrepreneur proactive market orientation-resource integration-exploratory technology innovation-industrial chain vertical/horizontal integration”. The findings of this paper provide important theoretical and practical implications for manufacturing enterprises in the digital industry.

Key words: digital industrialization; core industry of digital economy; digital transformation; manufacturing enterprise transformation; market orientation; technology innovation; extension and integration of industrial chains