

基于服务化和智能制造融合的 工业企业商业模式创新研究

李伟¹,余鲲鹏²,易伟¹

(1.深圳国策信息服务有限公司,广东深圳518000;

2.泉州师范学院商学院,福建泉州362000)

摘要:服务化和智能制造代表需求拉动和技术推动两种创新模式,是工业企业战略布局的重要方向,然而对二者间联系及融合界面缺乏清晰理解。基于商业模式创新视角,将服务化和智能制造概念结合,明确二者的融合界面,并依据服务化和数字化水平两维度,确定二者融合的九种组合架构,借助文献案例进行示例及说明,进而讨论了实施复杂度差异性。该研究深化了服务化和智能制造融合的规律认知,可为管理者的商业模式创新决策提供参考。

关键词:服务化;智能制造;商业模式创新;融合;工业企业

中图分类号:F424 **文献标志码:**A **文章编号:**1002—980X(2020)6—0063—07

当前全球化浪潮冲击加剧、科技产业变革加速、商业环境愈加动态化,对企业生产组织产生深刻的影响。服务化和智能制造带来了企业价值创造、传递和获取机制的重大变革^[1],已成为工业企业商业模式创新的重要方向^[2]。服务化可视为一种需求拉动创新模式^[3]。当前市场已经从产品消费需求转向结果导向需求,客户可在产品使用中获得增值服务和体验,或者客户在产品使用中获取价值,而不承担产品自身成本,即将产品作为服务来消费。这种需求变化引发了工业企业从产品供给向产品服务系统的服务化转型^[4-5]。智能制造可视为一种技术推动创新模式^[6]。随着制造领域中信息技术应用的不断拓展,制造系统的信息化历经数字制造、数字-网络制造范式,正向数字-网络-智能制造范式演进^[7-9]。当前,物联网、云计算、大数据、计算机仿真等多种新兴技术的融合,形成工业活动创造价值的网络物理和智能系统^[2,8,10],进而共同架构起新工业应用场景。

在上述双重趋势推动下,工业企业不仅需要响应服务化以满足需求拉动创新,而且需要智能制造投资以实现技术推动创新,企业有限资源如何最优化布局,亟需相关理论指导。从理论起源来看,服务化理论产生于管理研究,聚焦客户价值,智能制造理论产生于工程和计算机科学,聚焦制造流程价值,因此长久以来跨领域的融合研究比较匮乏^[11]。有少数学者则简单将二者融合视为服务型制造^[11-12],笼统探讨服务型制造的概念及形式,未能将需求拉动和技术推动创新轨迹下的二者融合界面进行系统化的具体探讨,自然缺乏战略决策的实操性指导。综上,本研究从商业模式创新的角度审视服务化和智能制造,识别和讨论二者间的融合界面,以帮助工业企业进行精准的商业模式创新定位。

一、文献综述

(一)服务化的商业模式创新

受经济全球化和信息化影响,制造业与服务业融合不断加快,推动全球经济逐步过渡到“产品+服务”的服务经济时代。自20世纪中叶以来,美国、欧盟、日本等发达经济体的领先工业企业,陆续启动企业服务化战略,已逐步实现由产品导向到服务导向的商业模式转型^[3,5]。

服务化模式确定了工业企业新的价值主张,不同企业价值主张中所嵌入的服务供给不尽相同,对应着不同的服务化类型^[5,13]。Visnjic等^[13]将服务化区分为产品导向服务和客户导向服务两种类型。前者指与产品共享既有的架构、功能、工程等技术能力,包含产品安装、监控和维护、产品定制等服务;后者指为深化客户关

收稿日期:2020—03—04

基金项目:教育部社科青年基金“基于‘互联网+’的互联网企业跨界成长机理研究”(17YJC630204)

作者简介:李伟(1981—),男,河南信阳人,博士,深圳国策信息服务有限公司经济师,研究方向:产业创新战略与政策。余鲲鹏(1978—),男,河南信阳人,博士,泉州师范学院商学院副教授,研究方向:信息管理;易伟(1982—),男,四川内江人,学士,深圳国策信息服务有限公司工程师,研究方向:技术创新。

系而构建全新的技术能力集,包括虚拟生产、管理咨询、金融、仓储物流等服务。Cusumano 等^[14]则从服务和产品的关联性角度,将服务化区分为平滑服务、调整服务和替代服务 3 种类型。平滑服务,包括融资、维护和培训等形式,与产品松散耦合,不显著改变产品功能,旨在促进产品销售或方便使用,可由企业或合作伙伴提供;调整服务,包括与产品相结合的新用途的定制和咨询,旨在扩展产品功能或发展新用途,需要企业和客户之间深入知识交流;替代服务,指以产品服务体系取代产品出售,使得客户为其使用行为而非具体产品付费。Cusumano 等^[14]的分类方式,比较清晰地厘清了企业服务化战略部署的纵深度,以及所要求的不同能力,因此,本文在后续讨论中将采纳该分类方式。

服务化战略类型部署应与行业生命周期或行业环境相匹配^[13-14]。Cusumano 等^[14]研究指出,在产品高成本和市场不确定的行业发酵阶段,企业普遍实施调整服务;在产品成本和市场不确定性降低的行业过渡阶段,企业倾向于投资平滑服务;在产品差异化较小和市场较稳定的成熟阶段,替代服务占主导,以吸引新客户群体。Visnjic 等^[13]研究指出,在熊彼特环境下,技术不确定性较高(如行业早期阶段、竞争激烈、研发强度高),企业倾向于通过产品导向服务来利用和增强现有技术能力;而在非熊彼特环境下,现有技术潜力下降导致价值不确定性(如行业后期阶段、快速行业周期),企业倾向于通过客户导向服务来建立新技术或市场领域的的能力。当然,企业并不一定机械地遵循或实施服务化类型,可以同时或交替提供各类服务,以提升企业收益,应对行业生命周期中的机遇和挑战。

(二) 智能制造的商业模式创新

智能制造通常泛指智能制造技术和智能制造系统,是人工智能技术和制造技术相结合的产物^[15],常用以描述由信息技术和互联性所主导的现代化工业场景^[16]。先进制造、数字制造、虚拟制造、制造网络物理系统、工业物联网等相关概念,与智能制造概念密切相关,但也仅反映了智能制造内涵的某一方面或某一阶段^[9]。总体上看,智能制造横向上从传统制造环节延伸到产品全生命周期,纵向上从制造装备延伸到制造车间、制造企业甚至企业的生态系统^[15]。

基于上述各相关概念的本质特征,从商业模式角度,智能制造可以视为面向产品的全生命周期,以新一代信息技术为基础,以制造系统为载体,对其关键环节或过程进行优化,以实现企业和客户利益的更高价值。首先,智能制造面向产品全生命周期而非狭义的加工生产环节,产品是智能制造的目标对象,产品的开发与制造是通过数据和信息共享进行整合的关键环节^[17]。其次,智能制造以新一代信息技术为基础,包括物联网、云计算、大数据、建模仿真等,是泛指在感知条件下的信息化制造^[10],具备数字化、网络化和智能化的特征^[7,9],因此数字化技术应用是传统制造转向智能制造的关键所在。再次,智能制造的载体是制造系统,包括产品、制造资源(机器、产线、人等)、各种过程活动(设计、制造、管理、服务等)以及运行与管理模式,均以数字化技术为支撑^[10,17-18]。最后,智能制造的目标必然是为了实现企业相关利益主体的价值,具体表现为增强用户体验友好性、提高设计和制造效率、缩短产品制造周期、拓展价值链空间等。总之,智能制造不仅关注企业的制造流程^[6],而且也关注旨在为客户增加价值的过程和产品创新^[10]。

(三) 服务化与智能制造的融合

关于服务化与智能制造融合问题的研究,主要沿 3 个方向展开:

一是将服务化与智能制造的数字化转型广义内涵结合,重点关注以物联网技术方案应用实施服务化战略的价值创造过程^[19]。这类文献对工业物联网、云计算、大数据、计算机仿真、增强现实、水平和垂直系统集成、自主机器人等关键使能技术在服务化进程中的具体应用场景及案例进行了探讨^[10]。

二是重点探讨数字化转型驱动下的服务化进程。这类文献围绕不同产品服务系统对业务流程的优化展开^[11-12]。服务化被视为企业数字技术、能力和资源的有机结合,其中生产服务化使制造体系更加智能,为客户提供新的增值服务;商业服务化使企业对客户、供应商的整合加大,创造新的组织间价值^[11]。

上述两个方向研究,无论是从智能制造关键使能技术,还是从数字技术提升服务价值角度,均将讨论视角置于一般数字转型情境下,而未对企业内部生产制造过程重点关注,因此,造成了与根植于制造过程的智能制造核心概念的脱节^[17]。

三是重点关注数字化转型趋势下的服务型制造发展。从概念角度,服务型制造是在信息化和工业化深度融合下,基于制造的服务和面向服务的制造,制造流程成为“制造即服务”系统^[20]。这类文献,将产品服务系统和服务化作为智能制造战略的一部分,并就服务型制造的基本业态^[21]、发展路径进行了探讨。数字化

服务可为制造集成创建大数据源^[17],促进制造业生产经营活动的可视化和智能化;而智能制造使得服务的可视化、规模化、制造化成为可能,扩展了服务的提供范围及可交易性^[22],使得“社会制造”成为可能。

此方向研究尽管从制造与服务融合角度,对一般典型业态进行探讨,但未对服务化和智能制造两种模式的内涵进行有效区分,二者间的融合界面、进阶路径也缺乏深入系统探讨,进而对工业企业的商业模式创新决策造成一定程度困扰。

二、服务化与智能制造的融合模式

(一)服务化与智能制造融合的理论框架

为了明确服务化和智能制造创新轨迹间的融合界面,为工业企业决策者提供组合选项,并廓清上述组合下商业模式创新的挑战和影响,下面将依据服务化和智能制造的核心内涵以及类型划分,建构理论框架模型。

首先,工业企业商业模式创新可选择服务化和智能制造两条不同轨迹,如图1所示。一是服务化模式,遵循需求拉动创新轨迹,通过不同类型服务供给的服务化水平体现,带来外部客户价值的提升;二是智能制造模式,遵循技术推动创新轨迹,通过企业智能制造相关的数字化应用水平体现,带来企业内部制造流程效率方面的提升。两种模式创新轨迹融合的情形,如图1中象限4所示。



图1 服务化与智能制造的创新轨迹

其次,3×3矩阵代表工业企业服务化与智能制造双重商业模式创新的9种组合,如图2所示。横轴为服务化水平,按照Cusumano等^[14]所提出的平滑服务、调整服务和替代服务3种类型,来表征产品企业的占优服务状况。纵轴为生产制造所体现的数字化水平,按照Frank等^[10]所提出的人工服务、数字服务和智能互联3个层级,来表征产品企业在向智能互联转型中的数字技术应用强度。人工服务,指产品服务中数字化技术应用水平较低,仅限于客户管理软件等技术支持,服务仍以人工方式为主。数字服务,指包括应用程序、嵌入式软件和云计算等数字技术工具被广泛使用,为客户提供增值服务。智能互联,指基于工业物联网连接,实现企业产品使用过程、制造过程和服务过程的互联和集成,进而达到客户和企业内部流程的更高价值。总体看来,人工服务和数字服务,仍以客户为导向,而智能互联则实现了客户导向和流程导向的统一^[13],是最符合智能制造内涵的数字化层级。

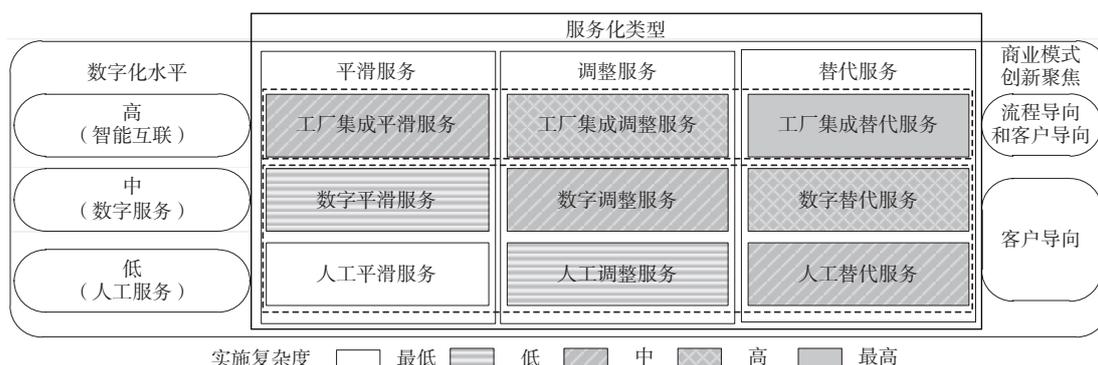


图2 服务化与智能制造融合概念框架

(二)服务化和智能制造融合的组合及范例

1. 平滑服务维度下的组合

平滑服务维度下的组合,包含人工平滑服务、数字平滑服务和工厂集成平滑服务3种选择。在图1中对象限1和象限2,企业技术进步推动下的服务化水平较低。

(1)人工平滑服务,实质上属于非数字级的服务,主要表现为工业企业所提供的多数基本服务,如产品的技术支持、维护维修、使用培训等。

范例:①惠而浦洗碗机的延保合同^[14];②IT企业提供的诸如系统配置、数据保存及迁移等在线服务^[3]。通过系统远程执行智能联网设备的功能升级,也属于该类型。

(2)数字平滑服务,指以数字技术支持的产品补充服务,包括产品应用程序、云计算或嵌入式软件等形式。

范例:①HP、Dell等计算机企业提供的远程产品支持服务^[14];②通用电气航空通过从数百个引擎传感器搜集得来的信息,找出预期效能与实际效能之间的差异,将引擎效能调整到最优,增加对客户的谈判优势^[23];③法国百保力通过智能型网球拍及Babolat Play Pure Drive系统,追踪与分析球速、旋转球与击球位置,并将分析结果传输至用户手机,帮助使用者提高球技^[23];④特斯拉电动汽车连接至服务系统,系统可监控汽车性能,并执行远程服务与升级^[23];⑤迪堡公司监测其自动提款机设备,观察是否有出现故障的征兆,预测安排维护计划^[23];⑥迅达集团使用目的电梯楼层控制技术,预测电梯需求模式、计算最快到达目的地的时间,并指派适当的电梯载客,以便能快速载运乘客,可降低一半等待电梯时间^[23];⑦深圳海能达通信采用射频识别设备、数据采集与监视控制系统,实现数据的采集和过程追溯,客户可以在全球任何地方,接入生产过程管理系统,实时查看产品信息、生产制造过程、数据采集分析记录^[24]。

(3)工厂集成平滑服务,代表平滑服务中最高的数字化水平,聚焦于客户和产品流程的增值。数字技术应用将服务本身传递给客户,收集数据以将服务与制造结合,增强生产计划和控制、产品开发、库存管理等活动,从而成为严格吻合服务化与智能制造双重商业模式融合的一种选择。

范例:①通用汽车的OnStar远程信息处理服务系统,客户可以使用该系统中的GPS、安全、维护和其他服务,同时使用数据实时传输至通用汽车,通用汽车进行监测管理并开展产品的改进开发和完善^[25];②瑞典轴承制造公司SKF,开发设备状态预测性监测维护技术,提升设备运行可靠性,以及自己工厂运行效益^[26];③中化化肥通过集成农业大数据,实施肥料的测-配-产-供-施及农业综合服务的智能一体化,整合生产流通环节,满足农业生产的个性化需求;改变传统农资流通方式,直接服务农民,降低农业生产成本,保障农资品质安全;整合金融、农化服务等跨界资源,为农业生产提供综合解决方案;减少农业面源污染,在粮食安全基础上推动生态安全^[27];④陕鼓动力组建数字化事业部,形成用户问题感知、方案形成与推送的智能化,并通过过程智能化,促进自身精益设计和产业制造智能化的提升,为客户提供能量转换领域个性化、定制化、系统化的解决方案^[28]。

2. 调整服务维度下的组合

调整服务维度下的组合,包括人工调整服务、数字调整服务和工厂集成调整服务3种选择。在图1中对应象限1-象限3交叉区域和象限2-象限4交叉区域,企业技术进步推动下的服务化水平处于中等。在此情况下,企业服务占优的仍是流程导向,而非客户导向,即借助技术进行了流程的完善调整,但仍局限于产品的原有配置条件^[3]。

(1)人工调整服务,处于较低数字化水平,数字技术应用率很低。

范例:①通用电气针对极端恶劣天气条件下的常规能源电机及核能反应堆进行调整优化^[14];②电信运营商、机械工业企业从硬件设备设施供给,转向优化硬件实施和使用的工程服务^[3,28]。

(2)数字调整服务,处于中度数字化水平,数字技术为新产品应用提供服务。

范例:①施耐德电气提供整合智能化系统、供配电系统、IT系统的楼宇整体解决方案,采集能耗、效能相关数据,提供节能增效的咨询服务及代管服务^[23];②浙江陀曼精密机械基于对本地轴承制造集群广大中小企业需求深刻了解之上,在设备出售的同时,提供设备改造服务,为160多家公司提供了定制化方案系统,依托系统采用物联网技术改造12753套设备,并联合与当地政府建立了资助计划进行部分补贴,并可通过减少人工成本核算的方式付费^[9];③深圳创世纪机械为工业企业量身定制无人车间项目,以端到端数据量为基础、以网络互联为支撑,信息化贯穿设计、生产、管理、服务等制造活动各个环节,具有信息深度自感知、智慧优化自决策、精准控制自执行等功能,不仅有效缩短产品研制周期、降低运营成本、提高生产效率、降低资源能源消耗^[24]。

(3)工厂集成调整服务,处于高度数字化水平,聚焦于客户和产品流程的聚合增值,即通过智能产品的数据收集分析,以改善产品制造计划和控制,并优化所提供的产品和服务,是严格吻合服务化与智能制造双重

商业模式融合的一种选择。

范例：①瑞士 ABB 集团监测数据进行客户工厂的分析优化，并调整和改进自己的产品功能和制造计划^[23]；②美国 John Deere 农业机械公司，针对不同细分市场提供不同功率水平发动机，使用软件修改发动机额定功率，并借助物联网、数据监测（土壤与营养、日照、气温等）和地理定位技术，为农民用户提供建议^[4]；③美国 Joy Global 公司，通过监控采矿设备队列的运行条件、安全参数和预测性服务指标，并监控不同国家多个矿场的运行参数，进而优化产品和提供客户服务^[23]；④三一重工集团，基于车辆网技术，对挖掘机、起重机等重型设备数据监控、实时诊断、远程协助，并将数据用于产品数据管理和物联网金融等高增值业务中^[9]；⑤海尔互联工厂通过 U+ 智慧生活平台，提供整体解决服务方案，并通过个性化定制、电子商务、协同研发、模块采购、智能工厂、智慧物流、智联服务等 7 大并联平台，将业务模式由大规模制造颠覆为大规模定制，达到产消合一的目标^[27]；⑥青岛酷特智能（原红领集团）在其 10 余年专业服装裁剪知识以及超过 200 万客户信息累积基础上，建立互联网+制造系统，将客户与工厂直接对接，消除分销商环节，实现传统服装业的规模化生产向大规模定制化服务的转型^[9,29]。深圳赢家时尚也进行了类似的转型探索。

3. 替代服务维度下的组合

替代服务维度下的组合，包括人工替代服务、数字替代服务和工厂集成替代服务 3 种选择。在图 1 中对应象限 3 和象限 4，企业技术进步推动下的服务化水平处于高位。

(1) 人工替代服务，指没有或涉及少量数字技术的替代服务，传统的按产品使用付费服务属于此类别。

范例：①戴姆勒集团通过其旗下的梅赛德斯-奔驰金融服务，为客户提供一系列汽车金融、租赁、全方位服务租赁、保险以及其他相关服务，实现产品模式的多元化^[25]；②福特公司在公交车运输系统上布局，以使其运输解决方案多样化^[25]；③中联重科成立中联融资公司，依据客户过往的资产状况、经营能力和经营现金流，为客户设计提供更具匹配度的融资方案^[28]。徐工集团、三一重工、广西柳工等企业也开展此类业务。

(2) 数字替代服务，指使用数字化工具对按产品使用付费模式提供有力支持。

范例：①戴姆勒集团通过 Car2Go 服务提供数字化汽车共享服务，包括在主要城市中心的按使用付费系统中提供戴姆勒的智能汽车模型。通过使用 Moovel APP 应用程序，实现汽车 GPS、智能卡解锁汽车，客户轻松访问可租车辆，按时计费，用完后交付到市区任何一个合法停车点即可^[30]。通用汽车的 RelayRides、宝马汽车的 DriveNow，以及丰田汽车的 Dash 汽车共享服务，采取类似模式^[23]；②劳斯莱斯公司对波音、空客等飞机制造企业不直接出售发动机，而以“租用服务时间”的形式收费，在租用时间段内承担发动机维护和数据分析管理等服务^[23]；③中钢邢机适应钢铁结构行业结构调整，在全线在用轧辊跟踪和监测、数据分析基础上，实施轧辊功能计价功能模式，即配套供给、全线总包、功能计价功能时间计费^[28]。沈阳机床也进行了类似探索。

(3) 工厂集成替代服务，侧重于基于客户反馈来提升制造效率，为客户和内部流程产生增值，客户为使用结果付费，是严格吻合服务化与智能制造双重商业模式融合的一种选择。

范例：①米其林公司为运输专业人员车队提供轮胎管理、PPK（每公里价格）合约，通过车辆上的传感器和设备采集里程数、油耗、温度和轮压等数据信息，反馈客户使用过程，开发包括外包轮胎管理、车辆生产率和燃料效率等新的解决方案^[31]；②金风科技建立在线运营平台控制和风电场管理系统，提供完整的风电解决方案，包括风力发电场选择、风资源精确监控和评估，规划和设计、施工管理、资本管理、智能设备诊断等服务^[9]；服务已被 12 家能源公司购买，应用于 107 家风电场、16000 余台风机的管理。

将图 1 的双重商业模式创新轨迹与图 2 的融合概念框架及相应组合的范例整合起来，如图 3 所示。



图 3 概念框架下不同组合案例

三、服务化和智能制造融合的组合实施复杂度探讨

图 2 概念框架对服务化和智能制造双重商业模式(即技术推动和需求拉动两种创新轨迹)融合的组合策略的实施复杂度进行了区分(填充色块由浅入深,白色代表最低复杂度,到深灰色代表最高复杂度)。各组合的实施复杂度差异性可从两个维度理解:一是服务化维度,包括服务化实施的广度,即所聚焦的价值导向是流程导向还是客户导向;服务化实施的深度,即模式创新所需要价值架构要素变革的程度;二是数字化维度,即伴随着所采用技术先进性的提升,需要更复杂专业技术知识的支撑。

(1)从服务化实施的广度和深度角度来看,当工业企业从平滑服务、调整服务到替代服务发展时,模式创新实施的复杂度将逐步提高。工业企业服务化模式的价值创造目标越全面,源于价值创造、传递和获取机制等商业模式架构要素间的相互依存性和互补性,对应的需要优化调配的要素体系就更复杂,实施难度自然更大^[32]。一是平滑服务的实施复杂度最低,此商业模式依然是销售既有产品为主导,增值服务可通过供应商外包轻易实现^[3];二是调整服务的实施复杂度中等,此商业模式所需的资源和能力可能发生显著变化,如需要高度灵活反应的工程团队支持^[32];企业由规模化生产转为定制化产品服务系统,价值获取机制带来重大变化^[14];三是替代服务的实施复杂度最高,企业思维和整体定位转变为服务导向逻辑,客户和企业互动方式显著变化,依赖性增加且伴随大量互动交换价值,价值创造、传递和获取嵌入于新服务或产品之中,导致高度复杂性^[14,32]。此外,由于收入模式发生根本性变化,需要企业进行组织、财务上的重构,以匹配商业模式的变革,进而导致实施复杂度更高。

(2)从数字化维度可以更简单直观地理解这种复杂度区分。一是服务中几乎没有数字技术应用的情况,自然实施复杂度最低;二是当服务通过使用应用程序、软件、物联网等数字技术手段来实现时,企业服务数字化水平提升,但企业往往不善于开发数字解决方案,需要建构新的不同知识和能力资源体系^[3],因此实施复杂度提高;三是智能互联服务情形,对应服务化和智能制造最高融合水平,企业需要整合来自服务和产品的收集数据,通过云计算、大数据、计算机仿真、水平和垂直系统集成等新技术应用,以实现内部制造流程过程的改善,自然实施复杂度最高。

四、结论与展望

本文首先综合考虑工业企业服务化模式下的需求拉动创新轨迹,以及智能制造模式下的技术推动创新轨迹,明确服务化和智能制造双重商业模式的融合界面,有效地弥合了两个领域的二分研究观点。其次依据服务化水平和数字化水平二维度,确定服务化与智能制造模式融合的 9 种组合架构,并借助工业企业研究案例进行系统分析,发现严格吻合服务化和智能制造融合的商业模式创新组合类型,包括工厂集成平滑服务、工厂集成调整服务和工厂集成替代服务,具有为外部客户和企业内部流程提供综合价值的特征,而其他类型的数字化服务,则主要体现为对外部客户的价值创造。最后从服务化水平和数字化水平二维度,讨论了 9 种组合类型在实践层面的实施复杂度差异性,即伴随着工业企业数字化水平和服务化程度的发展,实施复杂度将逐步增加。

本研究基于商业模式创新观点,聚焦工业企业在数字技术推动下的服务化创新轨迹,构建了服务化与智能制造模式融合的初步概念框架,揭示了潜在组合形式及其对外部客户和内部流程的价值导向差异性,推进了服务化和智能制造两个交叉领域研究的发展。同时,所讨论 9 种组合方式的实施复杂度分析,也可以为企业管理者的商业模式创新决策提供有益借鉴。

本研究主要是综合前人理论研究,以及研究案例的搜集和系统分析之上所进行的理论探讨,未对影响组合选择的企业组织和产业环境因素进行探讨,未来可借助案例或实证方法检验上述因素对组合选择的影响。未来研究亦可考虑不同产业迈向不同组合的路径,以深化对服务化和智能制造双重商业模式创新实践的认知理解。

参考文献

- [1] TEECE D J. Business models, business strategy and innovation[J]. Long Range Planning, 2010, 43(2-3): 172-194.
- [2] MULLER J M, BULIGA O, VOIGT K I. Fortune favors the prepared: How SMEs approach business model innovations in Industry 4.0[J]. Technological Forecasting and Social Change, 2018, 132: 2-17.
- [3] AYALA N F, PASLAUSKI C A, GHEZZI A, et al. Knowledge sharing dynamics in service suppliers' involvement for

- servitization of manufacturing companies[J]. *International Journal of Production Economics*, 2017, 193: 538-553.
- [4] KOWALKOWSKI C, GEBAUER H, OLIVA R. Service growth in product firms: Past, present, and future[J]. *Industrial Marketing Management*, 2017, 60: 82-88.
- [5] MARTINEZ V, NEELY A, VELU C, et al. Exploring the journey to services[J]. *International Journal of Production Economics*, 2017, 192: 66-80.
- [6] YIN Y, STECKE K E, LI D. The evolution of production systems from Industry 2. 0 through Industry 4. 0[J]. *International Journal of Production Research*, 2018, 56(1-2): 848-861.
- [7] ZHOU J, LI P G, ZHOU Y, et al. Toward new-generation intelligent manufacturing[J]. *Engineering*, 2018, 4(1): 11-20.
- [8] ZHANG L, ZHOU L F, RENA L, et al. Modeling and simulation in intelligent manufacturing[J]. *Computers in Industry*, 2019, 112: 1-11.
- [9] ZHOU Y, ZANG J, MIAO Z Z, et al. Upgrading pathways of intelligent manufacturing in China: Transitioning across Technological Paradigms[J]. *Engineering*, 2019, 5: 691-701.
- [10] FRANK A G, DALENOGARE L S, AYALA N F. Industry 4. 0 technologies: Implementation patterns in manufacturing companies[J]. *International Journal of Production Economics*, 2019, 210: 15-26.
- [11] COREYNEN W, MATTHYSSENS P, VAN BOCKHAVEN W. Boosting servitization through digitization: Pathways and dynamic resource configurations for manufacturers[J]. *Industrial Marketing Management*, 2017, 60: 42-53.
- [12] VENDRELL-HERRERO F, BUSTINZA O F, PARRY G, et al. Servitization, digitization and supply chain interdependency [J]. *Industrial Marketing Management*, 2017, 60: 69-81.
- [13] VISNJIC I, RINGOV D, ARTS S. Which service? How industry conditions shape firms' service type choices[J]. *Journal of Product Innovation Management*, 2019, 36(3): 381-407.
- [14] CUSUMANO M A, KAHL S J, SUAREZ F F. Services, industry evolution, and the competitive strategies of product firms [J]. *Strategic Management Journal*, 2015, 36(4): 559-575.
- [15] 李培根, 邵新宇. 智能制造的内涵和特征[M]//国家制造强国建设战略咨询委员会, 中国工程院战略咨询中心. 智能制造(中国制造2025系列丛书). 北京: 电子工业出版社, 2016: 39-72.
- [16] SUNG T K. Industry 4. 0: A Korea perspective[J]. *Technological Forecasting and Social Change*, 2018, 132: 40-45.
- [17] DALENOGARE L S, BENITEZ G B, AYALA N F, et al. The expected contribution of Industry 4. 0 technologies for industrial performance[J]. *International Journal of Production Economics*, 2018, 204: 383-394.
- [18] ALCÁ CER V, CRUZ-MACHADO V. Scanning the Industry 4. 0: A literature review on technologies for manufacturing systems[J]. *Engineering Science and Technology*, 2019, 22(3): 899-919.
- [19] RYMASZEWSKA A, HELO P, GUNASEKARAN A. IoT powered servitization of manufacturing—An exploratory case study [J]. *International Journal of Production Economics*, 2017, 192: 92-105.
- [20] KUSIAK A. Service manufacturing: Basic concepts and technologies [J]. *Journal of Manufacturing Systems*, 2019, 52: 198-204.
- [21] 安筱鹏. 服务型制造基本业态[M]//国家制造强国建设战略咨询委员会, 中国工程院战略咨询中心. 服务型制造(中国制造2025系列丛书). 北京: 电子工业出版社, 2016: 73-87.
- [22] 汪应洛, 李刚. 服务型制造是产业转型升级的重要方向[M]//国家制造强国建设战略咨询委员会, 中国工程院战略咨询中心. 服务型制造(中国制造2025系列丛书). 北京: 电子工业出版社, 2016: 19-53.
- [23] PORTER M E, HEPPELMANN J E. How smart, connected products are transforming competition [J]. *Harvard Business Review*, 2014, 93: 1-37.
- [24] 深圳市经贸信息委. 深圳智能化改造典型案例集(2018版)[R]. 深圳: 深圳市经贸信息委, 2018.
- [25] WILLIAMS A. Product service systems in the automobile industry: Contribution to system innovation?[J]. *Journal of Cleaner Production*, 2007, 15(11-12): 1093-1103.
- [26] GRUBIC T. Servitization and remote monitoring technology: A literature review and research agenda [J]. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 2014, 25(1): 100-124.
- [27] 辛国斌. 智能制造探索与实践: 46项试点示范项目汇编[M]. 北京: 电子工业出版社, 2016.
- [28] 朱森第, 蔡惟慈, 惠明, 等. 机械工业服务型制造转型的实践[M]//国家制造强国建设战略咨询委员会, 中国工程院战略咨询中心. 服务型制造(中国制造2025系列丛书). 北京: 电子工业出版社, 2016: 106-128.
- [29] YING W C, PEE L G, JIA S L. Social informatics of intelligent manufacturing ecosystems: A case study of KuteSmart[J]. *International Journal of Information Management*, 2018, 42: 102-105.
- [30] BELK R. You are what you can access: Sharing and collaborative consumption online [J]. *Journal of Business Research*, 2014, 67(8): 1595-1600.
- [31] GEBAUER H, HALDIMANN M, SAUL C J. Competing in business-to-business sectors through pay-per-use services [J]. *Journal of Service Management*, 2017, 28(5): 914-935.
- [32] FLIESS S, LEXUTT E. How to be successful with servitization-guidelines for research and management [J]. *Industrial Marketing Management*, 2019, 78: 58-75.

(下转第79页)

Matching Learning from Failure and Strategy Orientation: The Impact on Enterprise Performance

Pang Lijun¹, Gao Wei²

(1. HSBC Business School, Peking University, Shenzhen 518055, Guangdong, China;

2. School of Business, Beijing Institute of Technology, Zhuhai, Zhuhai 519088, Guangdong, China)

Abstract: Complex product system innovation is of great significance but not easy to succeed, so study on learning from failure is of great value. However, study on the formation mechanism of learning from failure is still in infancy. Organizational learning theory and contingency theory have been applied to build a conceptual model to reveal the influence of the different learning modes on enterprise performance, and further explore the moderating effect of different Strategy orientation. The results show as follow. There are obvious differences in the long-term and short-term performance of enterprises with different learning modes (single-loop and double-loop) under the situation of failure of complex product system innovation. The enterprises coordinating defender strategy with single-loop learning have a better short-term performance, while enterprises coordinating prospector strategy with double-loop learning have a better long-term performance.

Keywords: learning from failure; strategy orientation; enterprise performance; complex products and systems innovation

(上接第 69 页)

Business Model Innovation of Industrial Enterprise Based on Servitization and Intelligent Manufacturing Convergence

Li Wei¹, Yu Kunpeng², Yi Wei¹

(1. Shenzhen National Policy Information Service Co., Ltd., Shenzhen 518000, Guangdong, China; 2. Business School, Quanzhou Normal University, Quanzhou 362000, Fujian, China)

Abstract: Servitization and intelligent manufacturing represent the two innovation models of demand-pull and technology-push, and are also important directions for the strategic layout of industrial enterprise. However, there is a lack of clear understanding of the connection and convergence interface between the two models. Based on the perspective of business model innovation, the concept of servitization and intelligent manufacturing is combined to define the convergence interface of the dual business model. According to the servitization level and digitalization level, nine combination architectures are determined. Use literature reported cases to support and illustrate these combinations, and also discuss the implementation complexity differences. This study deepens the regular cognition of service integration and intelligent manufacturing convergence, and provides references for managers' decision-making on business model innovation.

Keywords: servitization; intelligent manufacturing; business model innovation; convergence; industrial enterprise