

中小企业数字化转型研究报告

(2023年)

牵头编写单位：中国信息通信研究院

工业互联网产业联盟 (AII)
2024年4月





工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet

中小企业数字化转型 研究报告 (2023 年)

工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet

工业互联网产业联盟 (AII)

2024 年 4 月

声 明

本报告所载的材料和信息，包括但不限于文本、图片、数据、观点、建议，不构成法律建议，也不应替代律师意见。本报告所有材料或内容的知识产权归工业互联网产业联盟所有（注明是引自其他方的内容除外），并受法律保护。如需转载，需联系本联盟并获得授权许可。未经授权许可，任何人不得将报告的全部或部分内容以发布、转载、汇编、转让、出售等方式使用，不得将报告的全部或部分内容通过网络方式传播，不得在任何公开场合使用报告内相关描述及相关数据图表。违反上述声明者，本联盟将追究其相关法律责任。

工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet

工业互联网产业联盟
联系电话：010-62305887
邮箱：aia@caict.ac.cn

前言

随着全球第四次产业革命发展走向纵深，数字化技术应用正加速从大型企业向中小企业普及渗透。推动中小企业数字化转型近年来已经成为各国政府刺激区域经济增长、提升关键产业链供应链韧性、扶持企业主体创新发展的重要手段。党中央国务院历来高度重视中小企业发展，各级主管部门、主要区域政府近年来推出了一系列政策手段推动中小企业数字化转型，建设了一批高水平中小企业数字化转型标杆。但仍需注意的是，我国中小企业量大面广，生产经营模式与能力水平具有显著差异，不同类型、不同行业、不同规模的中小企业如何开展数字化转型，仍然缺乏明确成熟的路径指引。

本报告在对近年来主要经济体推动中小企业数字化转型的政策布局进行全面追踪，以及对广东、江苏、浙江等民营经济发达地区大量中小企业线上线下调研的基础上，总结了中小企业数字化转型典型路径，分析了影响中小企业数字化转型的关键因素，初步建立了中小企业数字化转型的理论模型，旨在为各地中小企业主管部门开展工作提供数据参考，同时为中小企业进行数字化转型决策提供场景指引。

中小企业数字化转型仍处于快速发展阶段，当前我们对中小企业转型路径的探索还是初步和阶段性的，后续我们将根据各界建议，在持续深入研究的基础上适时修订和发布新版报告。

编写组成员（排名不分先后）：

王润鹏、陈影、李昭伦、唐广波、计晓军、周宇翔、叶璇、喻钢锥、吴旭阳、郑治、王雨晨、田雪峰、白冰、徐存良、谈霖、辛荣寰、王飞、胡单、汤庆、王焕、李根、李大斌、贾盛、国承斌、顾晖、黄波、李旋、高国平、时宗胜、郁雷、陈智恩、蓝加祥

牵头编写单位：

中国信息通信研究院

参与编写单位：

中国产业基础能力发展战略研究院
中国联合网络通信集团有限公司
中国电子信息产业集团有限公司
金蝶国际软件集团有限公司
上海黑湖网络科技有限公司
北京航天云路有限公司
徐工汉云技术股份有限公司
紫光云技术有限公司
重庆龙智造互联网科技有限公司
深圳市智物联网络有限公司
广东盘古信息科技股份有限公司
沈阳鸿宇科技有限公司
江苏中天互联科技有限公司
深圳市速加科技有限公司
北京中软国际信息技术有限公司



工业互联网产业联盟公众号

目录

一、全球中小企业数字化转型趋势	1
（一）制造业技术规模化传播规律	1
（二）中小企业数字化转型规模化普及的推动因素	2
（三）中小企业数字化转型四大路径	5
二、主要国家中小企业数字化转型政策布局	10
（一）主要经济体推动中小企业数字化转型政策体系	11
（二）欧盟推动中小企业数字化转型政策布局	11
（三）美国推动中小企业数字化转型政策布局	14
（四）日本推动中小企业数字化转型政策布局	16
（五）主要国家政策工具总结	19
三、我国中小企业数字化转型路径与影响因素	21
（一）龙头企业推动的供应链上下游中小企业链式转型	21
（二）集群、园区推动的区域内中小企业集体转型	23
（三）工业互联网平台利用产业资源牵引中小企业协同转型	24
（四）“小快轻准”技术产品支撑的中小企业数字化转型	25
（五）总结：中小企业数字化转型主要受三大类因素影响	31
四、中小企业数字化转型模型与场景	34
（一）中小企业数字化转型模型	34
（二）中小企业数字化转型场景	36
（三）十大细分领域中小企业典型数字化场景	41
（四）中小企业数字化转型场景建设实际情况	61
五、中小企业数字化转型困难与挑战	66
六、展望	68

一、全球中小企业数字化转型趋势

（一）制造业技术规模化传播规律

从技术扩散的客观规律看，需求侧、技术侧与环境侧共同推动技术由大型企业点状应用走向中小企业规模化普及。回顾历次产业革命可以发现，新技术推广的路径都是沿着由大型领先企业的试点应用向中小企业规模化普及发展，其中“企业出现新型需求、技术不断走向成熟、推广环境不断得到完善”成为了驱动技术扩散的三大重要因素。**需求侧产生变化，牵引企业应用新型技术。**如二战后世界强国间的军备竞赛，推动了工业软件等技术在国防工业以及后续在民用工业中的推广扩散。2008年金融危机提高了主要国家对于制造业的重视程度，推动开启了后续第四次产业革命浪潮。**技术侧走向成熟，支撑企业应用新型技术。**如发电机设计技术、电力传输技术、配电网技术等技术变革不断降低电力应用的成本与门槛，让更多的工厂能够应用电气实现高效生产。晶体管、电子管等电子小型化技术，工业控制网络技术，软件开发技术进步推动了工业软件、工业控制自动化的推广与普及。**技术推广环境逐渐完善，加速技术传播扩散。**在历次产业革命中，各国政府都不断布局技术专利、财政支持等各类型政策，打造有利于技术创新与传播的良好环境，如第三次产业革命期间在美国国防部、能源部等政府部门的资助下，诞生了如CAD软件、化工工艺流程仿真软件等代表性技术产品。

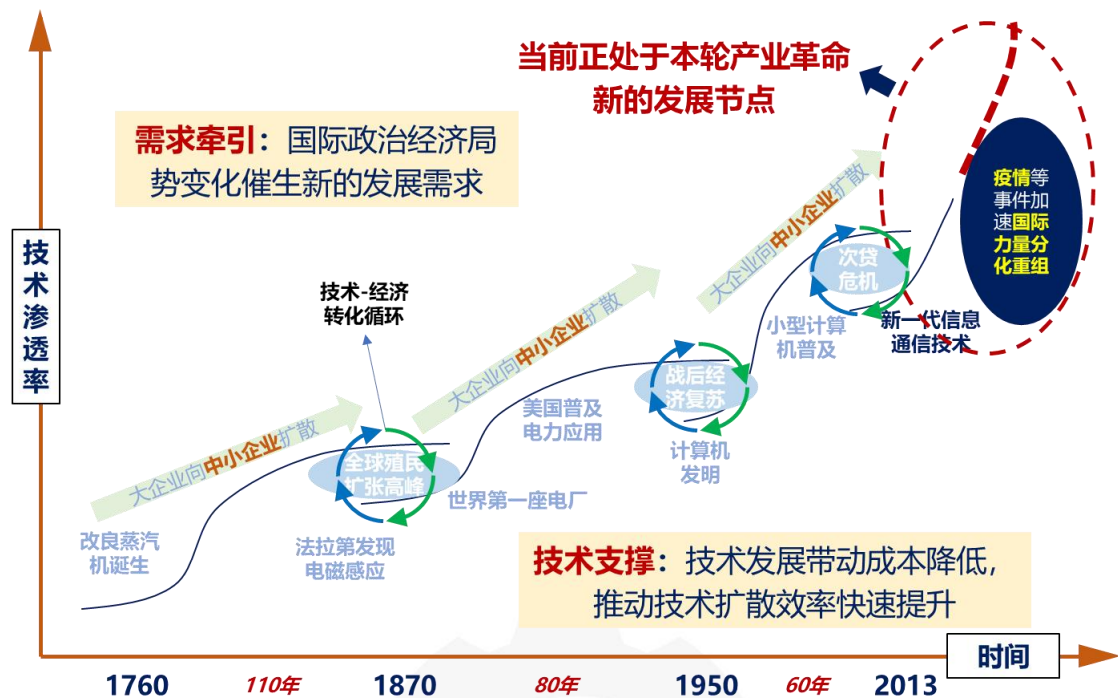


图 1-1 技术传播规律

（二）中小企业数字化转型规模化普及的推动因素

自德国提出工业 4.0 战略，全球进入第四次工业革命已度过 10 年时间，这一过程中制造业数字化转型的需求正发生快速的调整变化，与此同时数字化技术产品应用门槛不断降低，二者共同推动数字化技术由前期大型企业试点应用阶段，向中小企业规模化普及新阶段发展演进。

1. 制造业数字化转型需求正发生变化调整，牵引数字化转型规模化普及

短期应对产业链供应链安全韧性挑战。受地缘政治冲突等多重因素交织影响，全球产业链供应链断链风险加剧，全球价值链组织逻辑从经济主导走向安全主导，根据亚洲开发银行《2021 全球价值链发展报告》，全球价值链参与率在 2019 年后显著下降，国际供应链趋向回流保守。欧美日等国不断推动其制造业全球布局的重新调

整。推动产业链供应链数字化转型，提高企业间的数据互通成为提升供应链韧性的重要方式之一，如联合利华、宝马等大型企业正加速推动上下游中小供应商的数字化转型与数据协同，避免断链时间发生。与此同时，欧盟等市场对产品全生命周期碳排放信息披露要求不断提升，也将进一步刺激大型企业开展供应链重新整合，提高对中小供应商数据共享能力与数字化水平要求，日本中小企业厅在2023年发布的《政策导向促进中小企业快速发展》白皮书中指出，约有13%的日本中小企业已经受到了来自海外龙头企业客户不同程度的脱碳举措要求。

中期应对经济发展放缓，提振区域经济的挑战。2020年以来许多国家实行的封锁和防疫措施导致生产消费大规模中断，叠加近年来全球政治博弈更加复杂多变，对全球经济增长直接产生不利影响，经济前景面临更多不确定性，据国际货币基金组织《世界经济展望报告》，2021年以来全球发达经济体和发展中经济体经济增长均呈现放缓趋势。发展集群、园区等区域经济成为刺激经济发展，创造就业机会的重要方式之一，美国、日本等近年来推出了众多促进集群经济的战略政策，涵盖推进集群、园区数字化转型。中小企业作为集群、园区组成的基本单位，成为数字化转型的重要主体对象。

长期应对老龄化带来的生产率下降危机。劳动力老龄化加剧已经成为一种必然趋势，据世界银行统计数据显示，65岁以上老年人口数占总人口的比重在2021年达到9.62%，处于轻度老龄化阶段，对于企业，尤其是中小企业的生产经营正产生不利影响，老龄化问题一方面提高了人员成本，另一方面也导致中小企业生产能力无法保持稳定。为此，部分国家近年来不断推动中小企业数字化转型，

助力中小企业引入低成本的自动化产线或机器人，应用数字化软件，降低对人员的依赖。

2. 数字技术走向开放化、轻量化，支撑数字化转型规模化普及

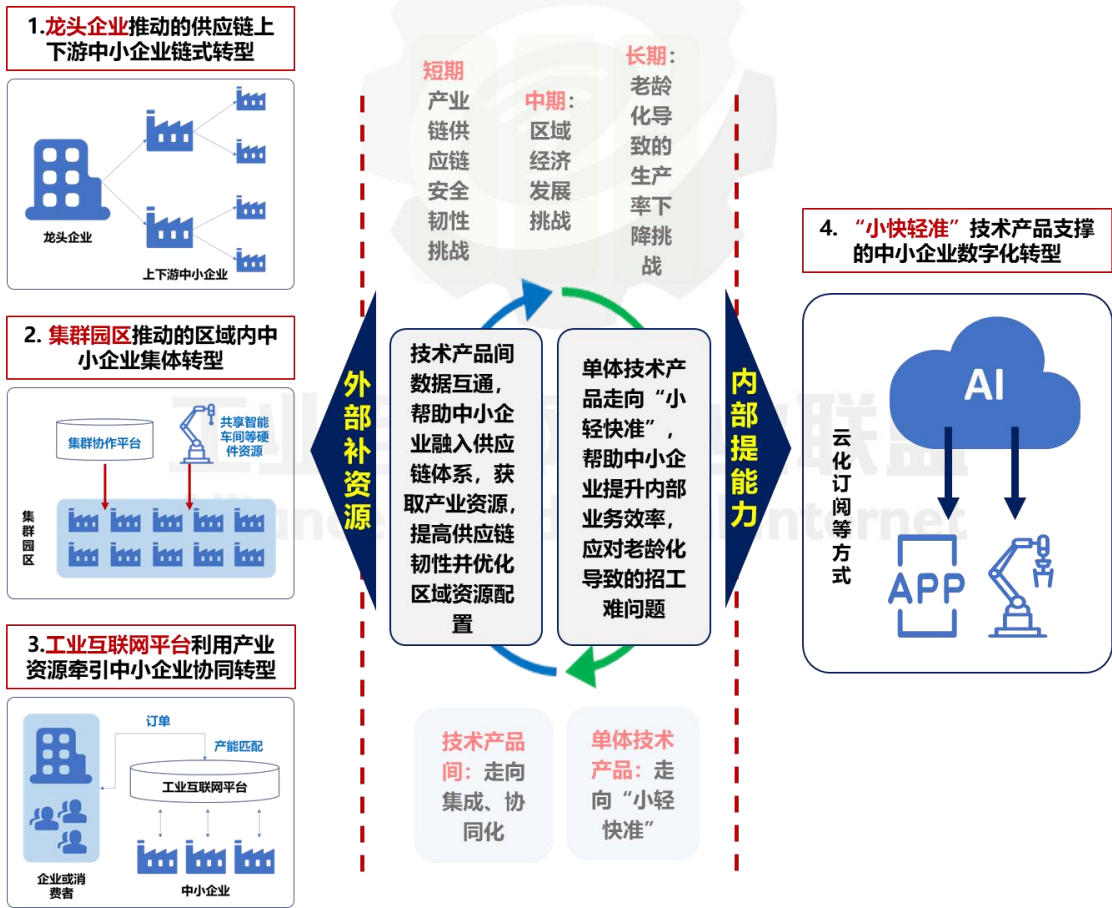
一方面数字化技术产品间正走向集成互通，API、微服务架构等技术发展不断推动数据在跨品牌的数字化技术产品间自由流动，创造新型业务价值，如全球最大工业电商公司固安捷，通过 Punch-Out、API、企业站、在线商城/手机 APP/小程序等数字化对接工具，帮助企业实现采购系统与电商网站的集成互通，企业可以直接在自己的系统中完成数字化采购流程。又如 SAP 推出的云化 ERP 系统 S/4HANA 可实现与第三方软件的协同，全球知名财务管理系统品牌施乐 xero 旗下产品可利用 API 实现与上百款业务应用的集成互通。

另一方面单体数字化技术产品走向“小快轻准”，工业 SAAS、机器人即服务（RAAS）等技术的快速发展变革了传统工业软件、智能化装备的应用部署方式与产品形态，生成式人工智能等技术也大大降低了工业软件、工业控制自动化编程等数字化技术产品的开发门槛，技术进步不断推动数字化技术产品更加的“小型化、快速化、轻量化和精准化”，为中小企业推广应用提供了可能。如美国自动化厂商 Formic 推出机器人即服务产品（RAAS），为中小企业提供可联网的智能自动化机器人，根据中小企业订阅的机器人服务（堆垛、焊接等机器人使用费用约为每小时 10-25 美元不等，和美国制造业工人平均时薪相当，但效率更高）订阅式收取服务费用，免除中小企业购置机器人的一次性投入成本，同时还可以远程提供机器人运维等保障性服务，使得原来只有大型企业才有能力应用的机器人自

动化作业成本更低，部署见效更加快速，场景化服务（焊接应用服务、堆垛应用服务等）的方式也能精准解决中小企业核心业务问题。

（三）中小企业数字化转型四大路径

数字化技术产品间的互联互通，显著提升了供应链、产业集群中中小企业的协同水平，帮助中小企业融入供应链体系，获取产业资源，助力提升供应链韧性与区域经济资源配置效率。单体技术产品走向“小快轻准”，帮助中小企业提升内部业务效率，应对老龄化导致的招工难等问题。在二者共同作用下，中小企业数字化转型正沿四大路径快速发展。



一是龙头企业推动的供应链上下游中小企业链式转型。从定义内涵看，该模式主要是指龙头企业为供应链中利益相关的中小企业

提供工业 SAAS 等数字化技术产品与培训帮扶，帮助中小企业进行数字化转型。从动力成因看，中小企业可以在龙头企业的帮助下进行数字化转型，借助数字化技术提升业务能力，同时与大型客户实现长期深度合作绑定。龙头企业则可以通过连接上下游中小企业工业 SAAS 等产生的数据，实现对供应链的整体监控与调度，提高供应链各主体在供货采购、质量追溯、排放追溯等方面的协作效率，避免由于供应链内供货延误、质量缺陷等问题影响龙头企业经营。龙头企业和中小企业在这一模式下各取所需，从而保障该模式具有长期运行的内在动力。从典型案例看，如宝马集团全球物流负责人在采访中表示，宝马近年来加速推动其中小供应商数字化转型，通过可信数据空间等新型基础设施加强与一级、二级供应商的数据互通，提高其对供应商的透明化管理能力。

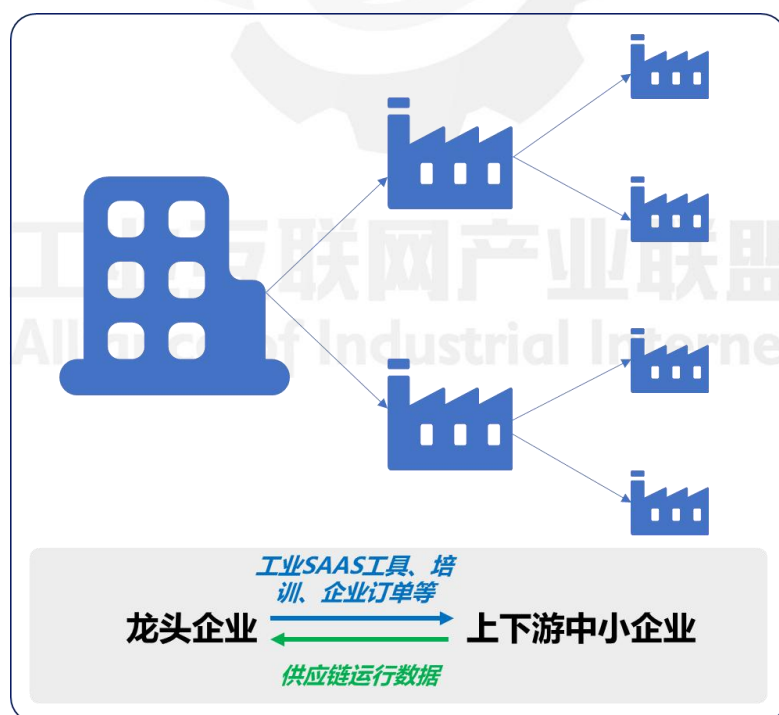


图 1-2 龙头企业推动的供应链上下游中小企业链式转型

二是集群、园区推动的区域内中小企业集体转型。从定义内涵看，该模式主要是指工业集群、园区通过搭建数字化协同平台等软

性工具，或建设数字化共享车间等硬件设施，推动集群、园区内的中小企业共享共用数字化工具，实现共同集体转型。从动力成因看，集群园区管理者可以通过集群、园区平台加强对区域内中小企业的管理与服务，降低在环保管控、政策推广、运行监测等方面的管理成本。集群内的中小企业可以通过共建共用的方式，降低独自投资智能车间等数字化建设的成本，同时集群内的协作平台还可帮助中小企业间加强业务协同，提高资源配置效率。从典型案例看，如日本岐阜县木材家具加工中小企业集群，联合数字化服务商 Unisys 打造集群数字化协作平台，集群内部木材加工中小企业以及家具品牌商基于平台共享预切割加工数据、库存数据、销售数据等信息，显著提升集群内部加工、营销、设计等各类主体间的业务协作水平，提高木材原料、订单等资源配置效率。

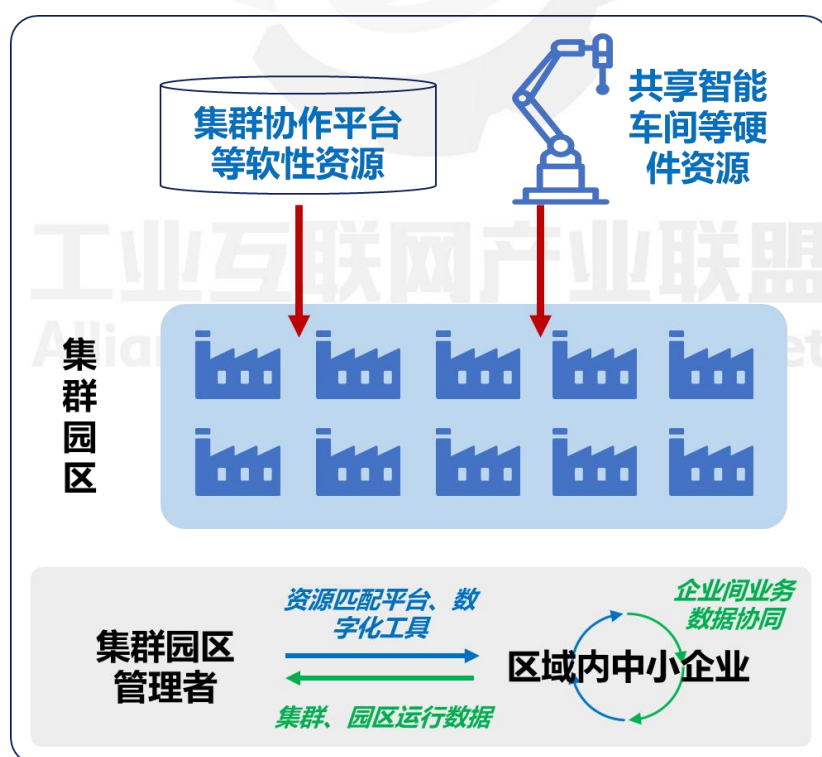


图 1-3 集群、园区推动的区域内中小企业集体转型

三是工业互联网平台利用产业资源牵引的中小企业协同转型。

从定义内涵看，该模式主要是指部分工业互联网平台在承接大型企业或个人消费者的生产订单后，会将订单下发匹配至中小企业零散产能进行社会化生产。平台为获取中小企业的产能信息（产能信息用于订单匹配分析），会通过免费的方式为中小企业提供工业 SAAS 等应用，并通过工业 SAAS 采集部分中小企业产能数据，从而推动合作的中小企业进行数字化转型。从动力成因看，中小企业通过与平台合作可以获得更加稳定的订单来源，同时通过平台提供的工业 SAAS 还可提高生产管理等业务能力。平台企业通过订单匹配赚取撮合费用，实现商业化运营。提供订单的大型企业或个人可以通过这种方式快速找到提供小批量生产加工的工厂，满足其个性化、小批量的采购需求。中小企业、客户、平台企业三方共赢的机制确保该模式具有长期运行的内在动力。从典型案例看，如美国最大机加工与 3D 打印平台 xometry，主要承接零部件、实验装置用零件等小批量订单，并将订单匹配至具有加工能力的中小企业进行社会化生产。平台为获取中小企业的产能数据用于订单匹配分析，会为中小企业提供云 MES 等简易数字化工具。截至目前平台通过这种方式已经实现了 10000 余家合作中小企业的数字化转型。

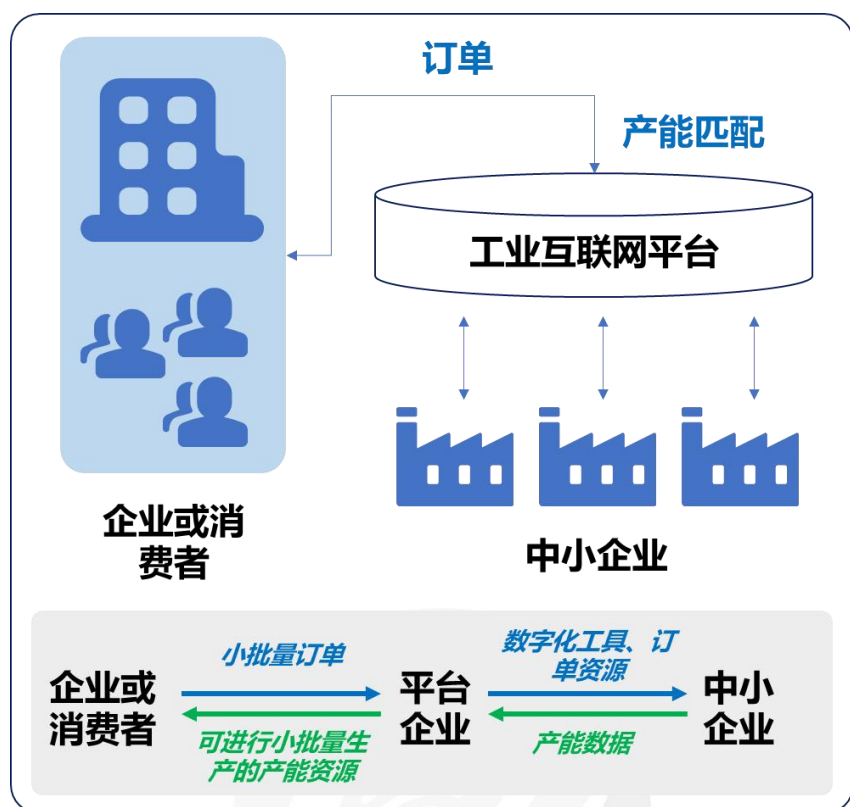


图 1-4 工业互联网平台利用产业资源牵引的中小企业协同转型

四是“小快轻准”技术产品支撑的中小企业数字化转型。从定义内涵看，该模式主要是指中小企业利用工业 SAAS、机器人即服务（RAAS）、工业 APP 等“小型化、快速化、轻量化和精准化”数字化技术产品，提升研发、生产、营销等自身业务能力。从动力成因上看，中小企业通过应用“小快轻准”技术产品可有效提升研发、生产、营销等业务能力，提升企业核心竞争力。技术产品供应商通过提供“小快轻准”技术产品可以开拓更加广泛的中小企业服务蓝海市场。从典型案例看，一方面一些传统工业数字化技术产品提供商开始发力中小企业领域，在传统大型软件等复杂产品基础上推出“小快轻准”产品，如西门子近年来发布了一系列 SAAS 产品，通过云化 CAD 等产品开拓中小企业市场。另一方面部分低代码等新兴供应商基于自身数字技术能力，加速推出适配于工业中小企业的应用

产品，入局下阶段数字化转型市场。如 2019 年成立的美国创业公司 PICO MES 专门瞄准占美国企业数量 98% 的中小企业市场，基于无代码等技术推出 MES 产品，并在近年来快速成长，2023 年获得博世、施耐德等厂商超过 1200 万美元投资。

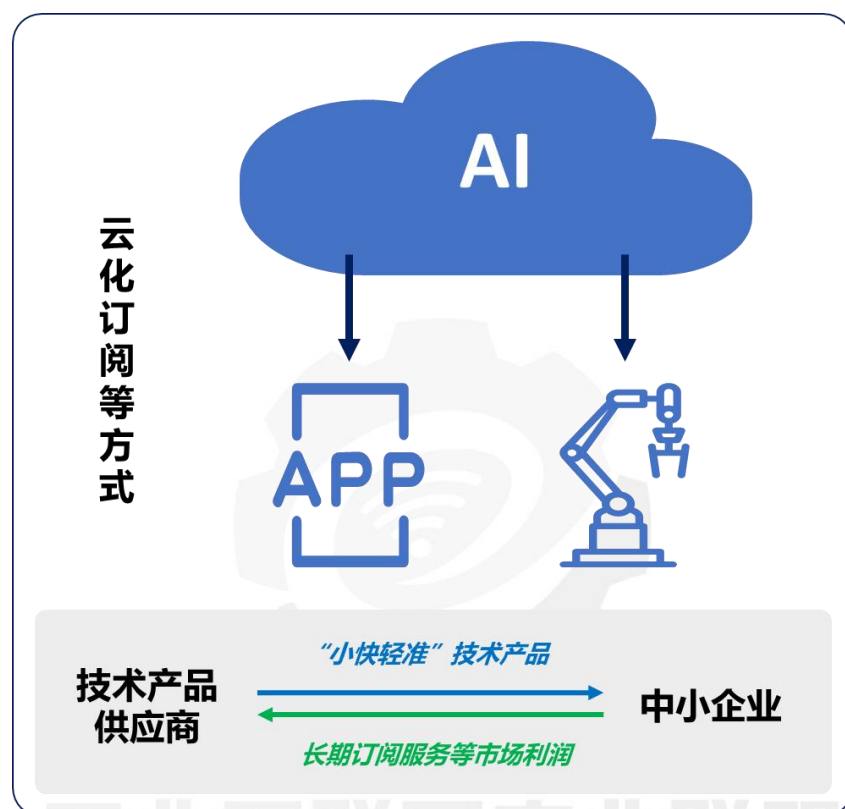


图 1-5 “小快轻准”技术产品支撑的中小企业数字化转型

二、主要国家中小企业数字化转型政策布局

尽管中小企业已经初步具备了数字化转型的发展需求以及支撑数字化转型的技术条件，但由于中小企业相较于大型企业更加缺乏前沿认知与资源保障，目前难以完全通过市场化的方式大范围开展数字化转型，更加需要来自政府等外界力量的推动与帮助。为此，各主要经济体纷纷基于自身国情实际，开展一系列政策布局，致力于创建数字化技术推广的良好环境，逐步构建中小企业应用与成熟数字化技术发展相互促进、相互牵引的良性转型生态。

（一）主要经济体推动中小企业数字化转型政策体系

近年来欧美日等主要经济体围绕中小企业数字化转型开展了众多政策布局，总结来看基本可以分为四大种类，一是补贴中小企业开展数字化应用场景建设，具体补贴方式涵盖赠款、代金券、税收减免和融资支持等多种类型，解决中小企业推什么的问题。二是扶持“小快轻准”数字化技术产品发展，补贴范围涵盖工业 SAAS、协作机器人等，解决中小企业用什么的问题。三是开展以点带面的规模化推广，包含依托链主企业、依托产业集群、依托工业互联网协同制造平台等主体进行以点带面的高效推广，解决如何推的问题。四是构建公共服务载体，提供中小企业技术产品研发、技术应用推广培训、中小企业转型咨询等多类型服务，解决谁保障的问题。由于各国中小企业发展水平不同，政策布局也有所差异。

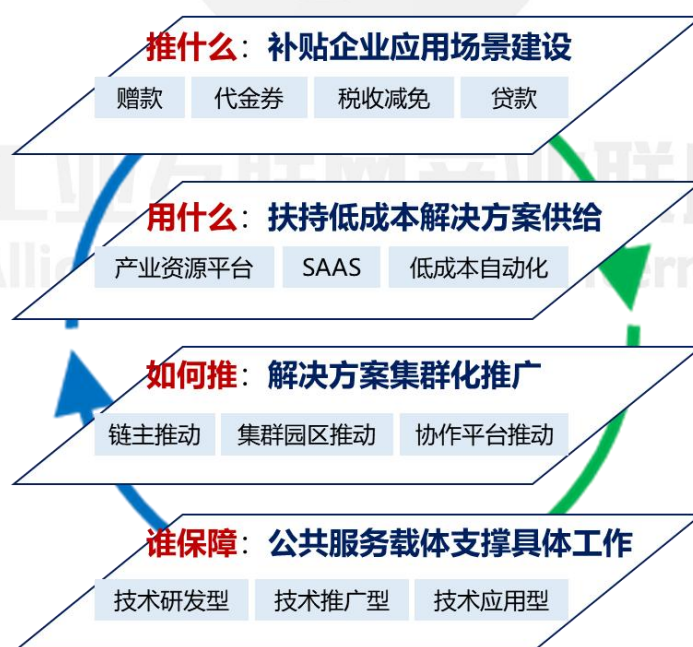


图 2-1 主要经济体推动中小企业数字化转型典型政策体系

（二）欧盟推动中小企业数字化转型政策布局

欧盟对于中小企业数字化转型关注较早，在 2015 年以来先后发布了《单一数字市场战略》《数字化欧洲产业战略》等文件，推动中小企业加强电子商务应用，构建欧洲统一数字市场。在 2020 年后欧盟对于中小企业数字化转型的布局重点逐渐向绿色低碳、产业链供应链韧性等领域延伸，先后发布了《中小企业可持续和数字化发展战略》、《2030 数字罗盘：数字十年的欧洲之路》等政策，并提出到 2030 年实现 90% 的中小企业达到基本数字化水平的目标。

在补贴中小企业开展数字化应用场景建设方面，主要利用复苏和恢复基金 (RRF) 等多类型补贴推动欧盟中小企业数字化转型。欧盟议会在 2021 年批准复苏和恢复基金设立，旨在通过 6725 亿欧元的赠款和贷款帮助成员国从全球疫情中复苏。该基金明确提出将有 20% 用于补贴企业，尤其是中小企业开展数字化转型，具体由成员国进行申领与发放，2022 年 11 月发布的项目进展报告指出已确定 440 亿欧元的项目用于支持中小企业数字化转型，在该基金支持下西班牙、葡萄牙、奥地利等成员国各自推出了本国行动方案，如西班牙启动数字工具包计划，为中小企业开展数字营销、电子商务、数字化管理等领域建设提供资金补贴。此外欧盟还针对中小企业设置高性能计算应用项目（如最强音计划 Fortissimo），旨在补贴中小企业利用欧盟的高性能计算资源开展数字化研发等活动，加强欧洲中小企业在制造业高附加值领域的能力水平。

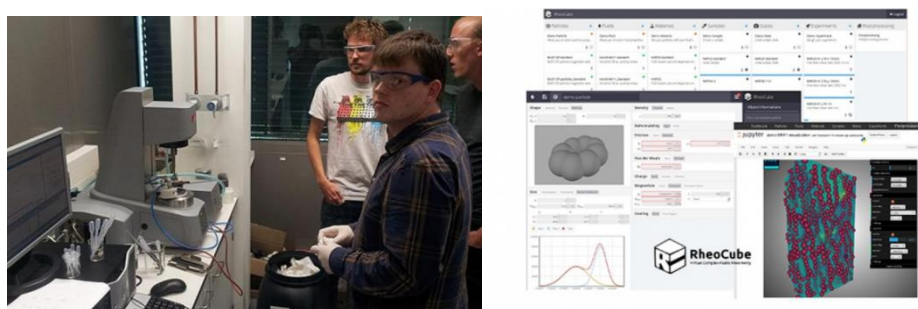


图 2-2 Fortissimo 计划资助下，荷兰某中小企业利用 HPC 进行磁性材料开发

在扶持低成本技术产品方面，包含推动开展技术研发专项、建设解决方案供应商联盟，加强行业数据空间推广等多方面策略。一是利用“地平线欧洲”技术研发专项，开展面向中小企业的数字化解决方案开发。二是建设数字中小企业联盟，为中小型解决方案服务商提供技术创新、市场对接等扶持服务，提升欧洲数字化技术产业水平，降低对中国、美国等国家的解决方案依赖。三是开发推动行业数据空间，数据空间通过为中小企业提供 SAAS 服务，打通产业链大中小企业数据，提升关键供应链韧性，如汽车行业数据空间为中小零配件企业提供质量管控相关 SAAS 服务，打通链主企业与中小企业数据，开展全供应链的产品低碳管控与质量追溯等工作。

在数字技术集群化推广方面，重点依托产业集群组织开展解决方案推广。欧洲在集群发展方面具有完备的管理体系与丰富的实践经验，因此在开展解决方案推广时也注重依托集群力量，如在推广汽车行业数据空间时，德国设立了未来汽车工业基金，面向汽车集群组织发放，由申领地区团队制定当地的推广计划与方案，开展培训、演示、生态会议等传播活动。据统计，目前欧洲已有超过 80% 的集群组织支持区域内中小企业数字化转型。同时汽车行业数据空间也会依托宝马、大众、奔驰等链主企业，面向其上下游的中小供应商开展推广。

在数字化转型公共服务载体建设方面，欧盟近年来重点推动欧洲数字创新中心（EDIH）建设。中心主要为中小企业提供数字化转型前的技术应用测试、数字化技能培训以及咨询诊断等服务，推动人工智能、高性能计算等先进技术在中小企业中的推广扩散。根据欧洲数字创新中心官方网站显示，目前在全欧已成立超过 228 个中心项目。中心采用多元化的投资方式进行日常运营，其中 50% 的运

营资金由“数字欧洲”项目提供，另外 50%则由中心建设所在国、地区政府以及私营机构进行支持，这种多元化的投资方式在保障中心提供技术研发等公益性服务的同时，拓展企业咨询等商业化服务模式，实现自我运营造血。

（三）美国推动中小企业数字化转型政策布局

美国受其经济运行模式影响，历来格外重视对中小企业的培育扶持，为中小企业发展创建了完备的法律、金融以及公共服务环境，完善的基础环境也为中小企业数字化转型提供了重要保障。此外，近年来美国基于提升关键供应链韧性，巩固制造业在价值链高端环节地位等多重因素，针对国防军工等重点行业领域中小企业以及研发设计等中小企业关键业务环节的数字化转型，投入了更多的政府资源。

在补贴中小企业开展数字化建设方面，针对关键领域设置了多项补贴项目。一方面利用小型企业研究创新计划（SBIR）和小企业技术转让计划（STTR）等长期项目推动数字化转型，两个计划也被称为美国种子基金计划，分别成立于 1982 年和 1992 年，旨在为中小企业技术研发提供资金支持，基于数字化技术的中小企业业务创新也成为了其支撑的重要领域。另一方面近年来政府针对中小企业数字化转型专门设置了部分新型项目，如 2023 年美国先后推出了 7200 万美元资金，用于支持中小企业开展智能制造建设，鼓励企业利用政府高性能计算资源开展研发设计创新，又如美国计划为中小企业使用增材制造技术推出融资项目，旨在提高铸锻件等领域中小企业，尤其是国防供应链中小企业的制造能力，提高国防装备生产组织的安全韧性。

在支持低成本技术产品发展方面，重点依托美国制造业研究所

等公共服务机构开展生产制造相关解决方案研发，提高国防供应链制造能力。美国具有发达的信息技术产业，拥有众多为中小企业提供服务的工业软件、工业 SAAS 厂商，成为支撑中小企业数字化转型的重要力量。此外，美国政府还依托制造业研究所等服务机构力量，针对国防供应链等中小企业专门开发低成本自动化的技术产品，弥补相关领域的市场空白，如国防部重点资助的数字制造与设计研究所，针对手动机床的自动化升级改造、基于机器视觉的设备仪表数据读取以及中小企业信息网络安全开发了相关解决方案，先进机器人制造研究所则针对可用于作战服装、帐篷生产的自动化缝纫机、协作机器人等开展技术研发。上述低成本技术产品的开发与在中小企业内的推广一方面提升了关键供应链整体的制造能力，另一方面也被认为有利于降低美国制造业成本，促进制造业回流本土。

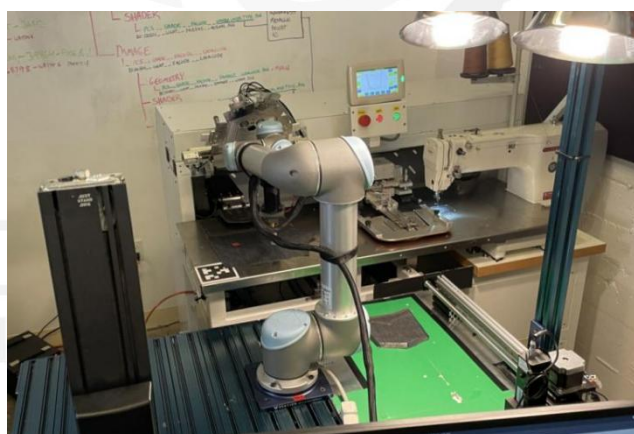


图 2-3 先进机器人制造研究所（ARM）开发的服装生产协作机器人

在数字技术集群化推广方面，强调利用大型链主企业以及工业互联网协同制造平台进行中小企业普及。如美国专门设置了“增材制造前进”（AM Forward）计划，由政府出面协调波音、诺格等大型军工装备制造企业专门为使用增材制造技术的中小供应商预留一定比例的零部件采购订单，旨在强化中小企业，尤其是国防供应链中的中小企业对于增材制造技术的应用，增材制造技术本身可快速

进行单件复杂结构零件制造的特点被认为将大幅提升国防装备零部件供应的弹性与韧性，同时中小企业在应用增材制造技术提高制造能力后，也将提升其面向民用市场的竞争实力。此外，如美国航空航天局等部门还与民营协同制造平台择幂科技（Xometry）开展合作，通过政府采购的形式，间接由平台推动国防军工零部件相关中小企业的数字化转型进程。

在开展公共服务建设方面，美国基于其完善的服务网络提供从中小企业数字化技术开发到中小企业应用咨询的完整服务。其中美国制造业研究所面向重点领域中小企业提供技术开发服务，美国制造业拓展伙伴关系服务网络则依托其 51 个中心以及 600 余个办事处，为更加广泛的中小企业提供转型咨询规划等应用服务。与此同时美国制造业拓展伙伴关系还与制造业研究所开展战略合作，向其派驻工作人员，打通应用需求侧与低成本技术开发侧，加强技术的应用导向性。2023 年 11 月美国制造业研究所中的数字制造业与网络安全研究所宣布与美国制造业拓展伙伴关系建立新的合作伙伴关系，计划通过为期 5 年的合作加快中小企业对数字化技术的采用。

（四）日本推动中小企业数字化转型政策布局

日本中小企业长期以来面临人口老龄化导致的生产力下降问题，老龄化和缺乏继任者导致的中小企业关停解散现象较为严重，企业的关停又导致地方的优质就业机会减少，加速了年轻人向东京、名古屋、大阪三大都市圈迁移，加剧了区域产业空心化程度，形成了恶性发展循环。为解决上述中小企业发展面临的问题挑战，日本政府开展了一系列政策布局，推动中小企业数字化转型成为重要方向。

在补贴中小企业开展数字化建设方面，日本政府设置了多类型补贴项目，如中小企业 IT 工具导入补助金，主要用于支持中小企业

引入数字化软硬件设施、加强信息安全防护以及发票系统等管理工具。又如日本政府专门设置了工业机器人导入补助金，专门用于帮助中小企业引入协作机器人、物流机器人、物联网以及部分自动化设备，不同县补贴金额各有不同，多为 100-1000 万日元之间，重点解决劳动力不足导致的中小企业生产率下降等问题。与此同时日本还设置有制造业补助金等项目可用于支撑中小企业开展数字化建设。



图 2-4 政府项目支持下，中小企业横滨电子引入的分拣协作机器人

在支持低成本数字化技术产品发展方面，日本政府不断探索政策创新，如经产省专门设置了“共创服务 IT 协作支援补助金”，通过政府协调 IT 服务商与中小企业组成联合体，围绕中小企业实际业务需求共同开展集成化解决方案研发，解决传统 IT 解决方案没有站在中小企业应用视角，提供应用价值不足的问题。如果项目在三年应用期内实现对中小企业劳动生产率提升 3%以上的效果，政府将补贴研发费用的 50%金额，并面向行业进行大规模推广。此外，日本政府也加强对协作机器人等低成本自动化的研发投入，如利用战略创新推进计划开展适用于中小企业的低成本机器人共性技术研发，降低低成本自动化相关产业的创业门槛，从而提高低成本自动化技术产品供给。

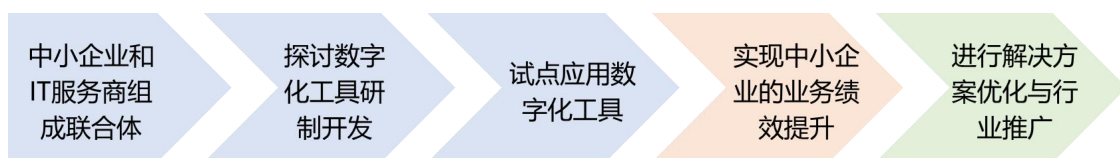


图 2-5 共创服务 IT 协作支援补助金 项目流程

在数字技术集群化推广方面，日本政府注重运用集群园区力量高效推动中小企业数字化转型。如日本为促进区域经济发展，应对年轻人口过渡向大城市迁移现象，专门设置了区域振兴补贴项目，补贴范围涵盖集群园区数字化转型。如新泻县的燕市拥有 1700 多家从事金属加工的中小企业，相互之间形成了相对稳定的产业链合作关系，但是过去由于企业间依靠线下方式传递订单、运输状态、发票等信息，导致信息汇聚与传播效率不高，集群产能提升存在瓶颈。为此，当地政府利用补贴资金联合当地产学研多类型主体，基于低代码技术建设了云化协作平台 SFTC (Smart Factory Tsubame Cloud)，集群内的企业基于平台共享订单、生产进度以及交货日期等信息，同时平台还提供基于物联网的设备运维相关服务，显著提升了金属加工集群内企业的业务能力与企业间的协作水平。据统计该项目自 2022 年运行以来参与的企业平均业务处理时间减少了 70%。

在开展公共服务建设方面，日本重点开展区域数字化推进实验室项目建设。该项目继承自 2016 年起推进建设的地方版物联网推进式实验室（目前建设超过 106 个）。各地的数字化推进实验室由本地政府主导，公共机构、企业、学校等主体共同进行建设运营，由经产省进行遴选与认证。区域数字化推进实验室的职责功能主要包括投资对于区域共性产业有促进作用的数字化建设项目，参与地方政府的数字化转型规划制定，面向中小企业提供数字化培训以及咨询诊断等服务。截至 2023 年经产省已经选定了第一、第二批次共计

38 个数字化推进实验室，被遴选成功的项目将获得来自经产省的宣传推广、专家派驻以及中小企业数字化试点示范项目优先申报等支持服务。

（五）主要国家政策工具总结

在补贴中小企业开展数字化建设方面，主要国家一方面会建设健全的市场化商业融资机制支持中小企业数字化转型，另一方面也会在重点关注的领域加强政府性的资金支持，如美国、欧洲开展的面向中小企业高性能计算相关补贴资金，旨在巩固本国中小企业在价值链中的地位优势，又如日本专门推出的工业机器人导入补贴重点解决老龄化导致的中小企业生产率下降问题。

在扶持低成本数字化技术产业方面，主要国家政府针对工业 SAAS 等产业化程度相对较高领域，主要以辅助宣传推广等方式进行扶持。针对低成本自动化等商业化发展水平相对较低的领域，则会通过政府项目直接参与到相关技术、标准的研制开发当中，弥补相关领域的市场缺失，如美国依托制造业研究所开展的协作机器人、机床数字化升级相关研发项目。

在开展数字化技术传播推广方面，加强与大型链主企业、集群园区以及工业互联网协同制造平台合作已经成为趋势，上述主体一般与中小企业具有深层次的合作关系，对于中小企业具有更大号召力，由其推动的中小企业数字化转型效率更高，给中小企业带来的价值也远超单纯的业务能力提升，而是触达中小企业核心利益的经营生态变革。

在建设公共服务载体方面，主要国家基本建成了覆盖数字化技术研发、数字化技术推广以及数字化转型应用咨询等全链条的服务功能，且多数载体采用多元化的投资方式进行运营，来自中央政府

的投资保障了公共服务载体的公益性，使其能够在短期难以见到市场收益的技术研发领域发挥作用，而地方私营机构的投资则使其在数字化诊断咨询等领域探索商业化发展路径，实现载体的自我造血运营，能够长期为中小企业提供数字化相关服务。根据欧洲投资银行发布的《为中小企业数字化融资——欧洲数字创新中心的作用》调查报告，欧洲数字创新中心正逐渐形成稳定的运营模式，来自政府部门的资金重点资助各种中心的探索性技术研发项目，来自政府与私营机构的资金重点资助商业化技术产品研发项目，来自市场化的收入重点支撑咨询、授课等应用类服务。

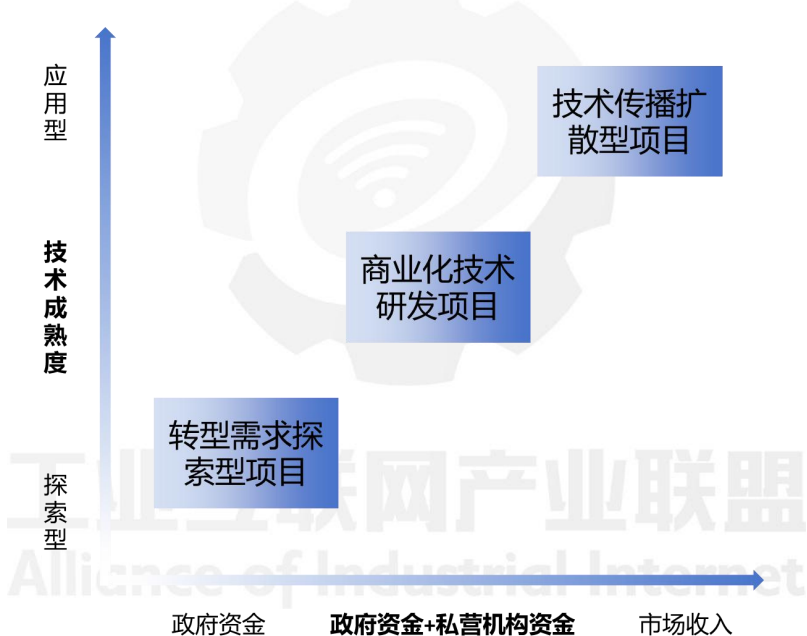


图 2-6 欧洲数字创新中心运营模式

值得注意的是，领先国家和地区已注意到人工智能对于中小企业的作用价值，正开展探索性项目布局，欧盟在地平线欧洲 2020 计划下设了人工智能点播平台（AI-On-Demand）项目，为中小企业提供算法、工具、数据集和专业知识等人工智能资源。日本经产省专门出台了中小企业 AI 导入指南，围绕工业质检、库存需求预测等具体场景，给出了中小企业利用商业化 AI 开发平台自建人工智能程序

的完整方法步骤。**英国**数字弹射器计划为中小企业药物研发无代码平台 Chief.AI 提供了 37 万英镑的资金援助，用以加速人工智能技术的商业转化。**美国**能源部 2023 年宣布面向中小企业投资 2200 万美元，旨在为 3500 家中小企业应用人工智能等智能制造技术提供直接财政资助等帮扶。

三、我国中小企业数字化转型路径与影响因素

我国历来重视制造业数字化转型与中小企业创新发展，在 2022 年、2023 年先后开展中小企业数字化转型试点示范、中小企业数字化转型试点城市等工作，大幅度提高中小企业数字化转型的政府施策投入力度、广度与精度。与此同时，江苏、广东、浙江等领先地位出台众多具体政策加强数字技术在中小企业中的传播扩散，各类型中小企业转型逐渐展现出明显的规律性特征与差异化路径。为掌握我国中小企业数字化转型一手信息，中国信通院重点面向江苏、广东等民营经济发达地区开展了系统性调研工作，实地走访数十家中小企业生产现场，先后发放并回收各类线上问卷共计超过 2000 余份，初步判断我国中小企业数字化转型同样存在“龙头企业推动的供应链上下游中小企业链式转型、集群、园区推动的区域内中小企业集体转型、工业互联网平台利用产业资源牵引的中小企业协同转型、“小快轻准”技术产品支撑的中小企业数字化转型”四大转型路径。

（一）龙头企业推动的供应链上下游中小企业链式转型

在龙头企业推动的供应链上下游中小企业链式转型方面，存在**同行推动型**与**配套推动型**两大模式。

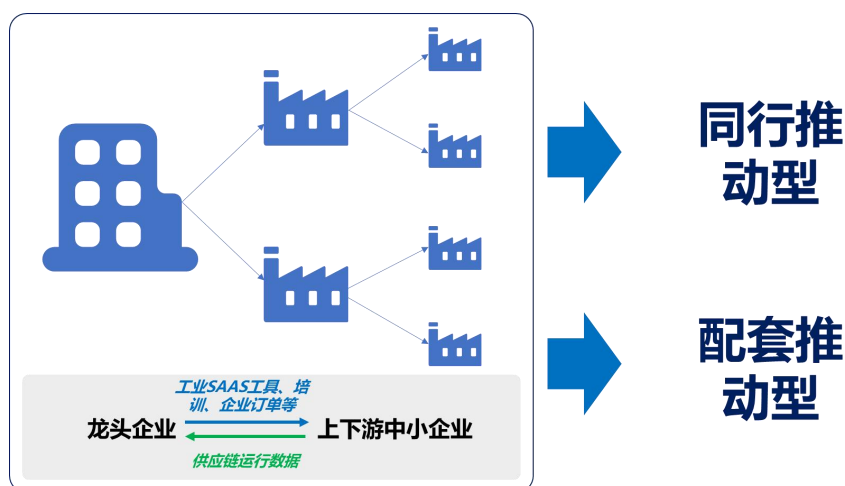


图 3-1 龙头企业推动的供应链上下游中小企业链式转型细分模式

同行推动型是指由行业中的领军企业，带动同行业、同类型的中小企业开展数字化转型，如在钢铁行业，大型钢铁集团通过与中小短流程钢厂进行战略合作与系统连通，开展一体化采购、生产、质检、销售，通过合作贴牌的方式解决中小钢厂品牌效应差、管控能力弱、接单范围窄的问题，同时通过一体化的生产运营进一步提高行业的集中度与资源配置效率。宝武集团于 2022 年提出建设 100 家网络钢厂，计划与 100 家涵盖中小企业在内的民营短流程钢厂签约，提供数字化等技术帮扶，促进社会资源共享，达到产线专业化，效率极致化、产品高端化，截止 2022 年 6 月宝武集团下属韶钢松山等生产基地已经与包含华丰钢铁、粤裕丰钢铁等中型钢厂在内的 28 家民营钢厂进行了网络钢厂签约，显著促进了钢铁企业高质量发展。

配套推动型是指供应链中的链主企业，带动中小配套供应商开展数字化转型，如汽车等装备行业大型企业帮助中小零部件供应商转型，并通过系统连通时刻掌握零部件生产进度，同时开展跨企业质量追溯、碳排放追溯、零部件物料回收等应用，提高供应链运行效率，进一步提升中小企业与客户绑定关系。吉利集团为提高汽车生产供应链效率，推动供应链中小供应商数字化转型，前期已推动

500 家 T1 核心供应商协同转型，目前正推动 1500 家 T1 及部分 T2 供应商转型，下一步计划推动 10000 家 T2、T3 供应商转型。

（二）集群、园区推动的区域内中小企业集体转型

在集群、园区推动的区域内中小企业集体转型方面，存在**外围公共管理型**与**核心业务协作型**两类。

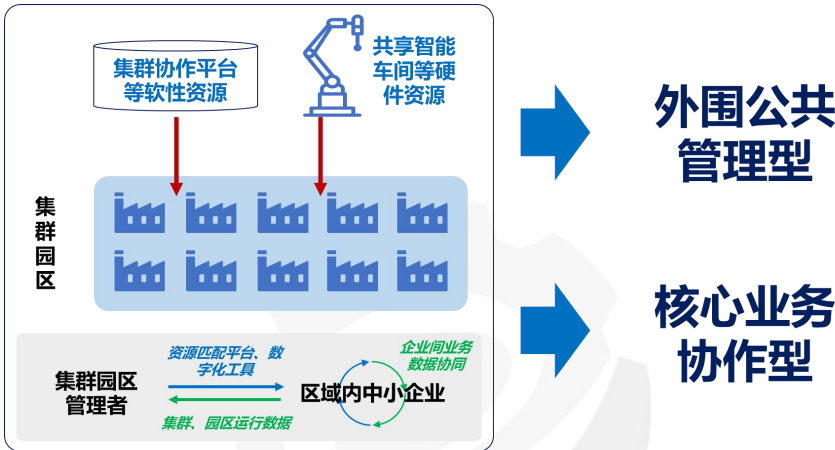


图 3-2 集群、园区推动的区域内中小企业集体转型细分模式

外围公共管理型是指集群园区内共建共享安全防护、环保监测、能源优化等数字化系统，为集群园区内中小企业提供数字化的外围公共服务，降低企业独自建设安全、环保等监控系统的成本，满足行业合规要求，提高园区的管理服务效率。如在精细化工行业，杭州湾上虞经开区化工园区按照“信息化+自动化+大数据+标准化”的要求建设智慧化工园区，实现了安监预警、环保防控、能源管理的“一体化”业务协同管理，整体推动园区内大中小企业转型。目前，辖区共布设前端感知点位 20.8 万个，涉及 112 家生产化工企业以及相关配套企业，累计数据量已达到 60 亿条。

核心业务协作型是指集群园区内通过建设协同平台，提高上下游大中小企业间的业务协作水平，提升集群园区内资源配置效率，助力集群园区构建完整的价值链能力。如广东澄海玩具集群建设霄

乌云平台，推动玩具生产厂商、IP 企业、跨境贸易企业等加强协同，完善集群从研发到销售的完整能力，助力中小企业拓展市场。又如重庆市梁平工业园区联合龙智造工业云开展智慧园区升级建设，基于园区平台推动电子信息、智能家居、绿色食品等产业中小企业供应链协同，截止到 2023 年 9 月共计对接上下游企业数量超过 160 家，月均发布供需信息 700 余条，产能共享对接 80 多次，推进区域资源优化配置。

（三）工业互联网平台利用产业资源牵引中小企业协同转型

在工业互联网平台利用产业资源牵引中小企业协同转型方面，可分为**垂直整合型**和**水平整合型**两类。

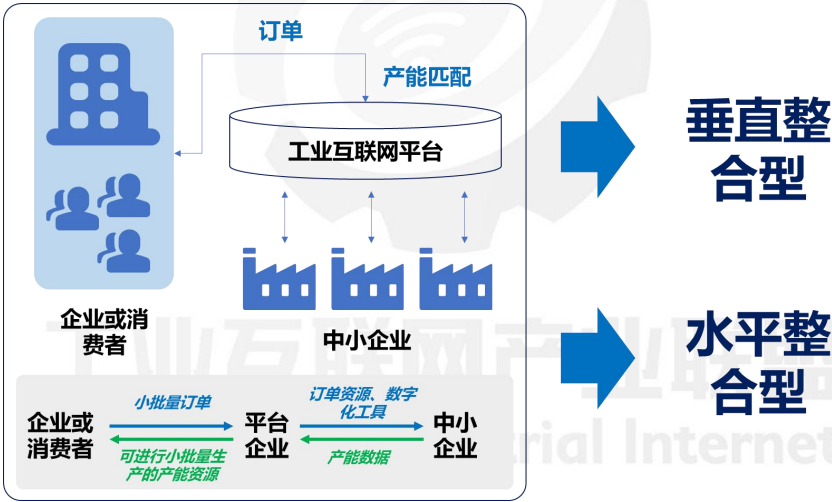


图 3-3 工业互联网平台利用产业资源牵引中小企业协同转型细分模式

垂直整合型是指平台对产业链上下游不同类型中小企业进行整合，并开展社会化分布式生产。如在纺织行业，产业链上游存在纺纱、织布、印染工厂开机率不足，亟需降本增效；产业链中游存在“找布难”“库存积压”等问题；产业链下游存在消费者个性化追求高，定制化服务正成为服装行业的核心诉求。为此致景科技打造工业互联网平台，串联产业链上下游的生产和交易，实现供需精准

对接和供应链协同管理，提高纺织生产和布匹需求的供应链匹配效率。平台开展产业链协同匹配的分析数据则主要来自其为上中下游中小企业提供的生产管控系统，物联网设备等。目前平台已联合合作中小企业超过 10000 家，有效提升了纺织行业的资源配置效率。

水平整合型是指平台对机加工、3D 打印或印刷电路板等行业中的同类型、同行业企业进行整合，将订单直接匹配至具有加工能力的中小企业进行生产。平台一方面为需求方客户提供云化 SRM 系统，提高需求侧的采购管理能力，另一方面为生产方工厂提供云化 MES 等系统，提高制造过程的管控能力，平台作为中介方通过打通系统数据，开展产能供需对接，并对订单采购、生产、物流等全流程进行透明化管理。如云工厂平台连接 10000 余家注塑、机加工、模具等中小企业，并为其提供免费云 MES，通过数据分析为中小工厂提供医疗器械、汽车部件等小批量原型设计订单。又如速加网基于数据分析匹配，在承接零件快速打样、中小批量生产等订单后，组织机加工、3D 打印、手板复模、钣金加工等优质中小企业开展网络化协同生产，帮助中小企业拓展市场来源。

（四）“小快轻准”技术产品支撑的中小企业数字化转型

“小快轻准”技术产品支撑的中小企业数字化转型适用于所有类型的中小企业，但由于中小企业规模大小不一、生产经营方式有所差异，导致各类型中小企业选择数字化产品的需求倾向与建设实施的方式方法有所区别。

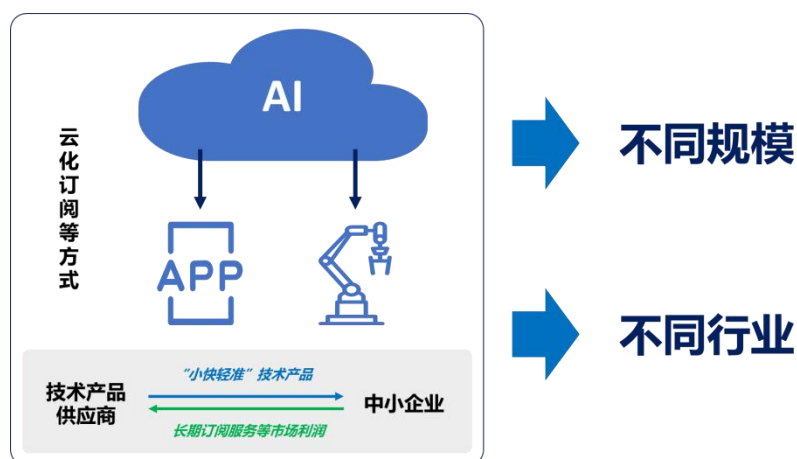


图 3-4 “小快轻准” 技术产品支撑的中小企业数字化转型细分模式

不同规模中小企业应用“小快轻准”数字化技术产品的模式不同。小微企业多能够在单点业务环节使用简易数字化技术工具。根据中国信通院对 450 余家中小企业的调研数据显示，约有 51% 的微型企业面向单点业务环节使用了简易数字化工具，高于中型企业的 46%。小微企业业务部门相对简单，缺乏进行跨业务协同优化的先天需求，聚焦点状业务环节的简易数字化工具成本更低、见效更快，更容易被小微型企业所接受。同时小微企业多存在基础管理问题，工作人员的专业化水平相对较低，也难以支撑跨业务流程的复杂实施。如在调研中发现某电子手表小微企业在实施了云化 ERP 系统以后，仅仅使用其中的财会功能，在使用物料追溯等横跨采购、仓储、车间等多业务部门的功能时产生了大量协调困难与人员矛盾，最终导致功能弃用。中型企业近半可实现跨业务流程的复杂数字化应用。根据调研数据，已经实现关键业务流程或全业务流程协同转型的中型企业约为 46%，显著高于微型企业的 29%。中型企业一般业务结构相对完整、复杂，具有跨业务协调的需求与空间，同时相对专业化的人员岗位设置也可以支撑更为复杂的转型实施。调研过程中发现众多中型企业已经制定了实施 MES 等复杂基础系统的方案计划。

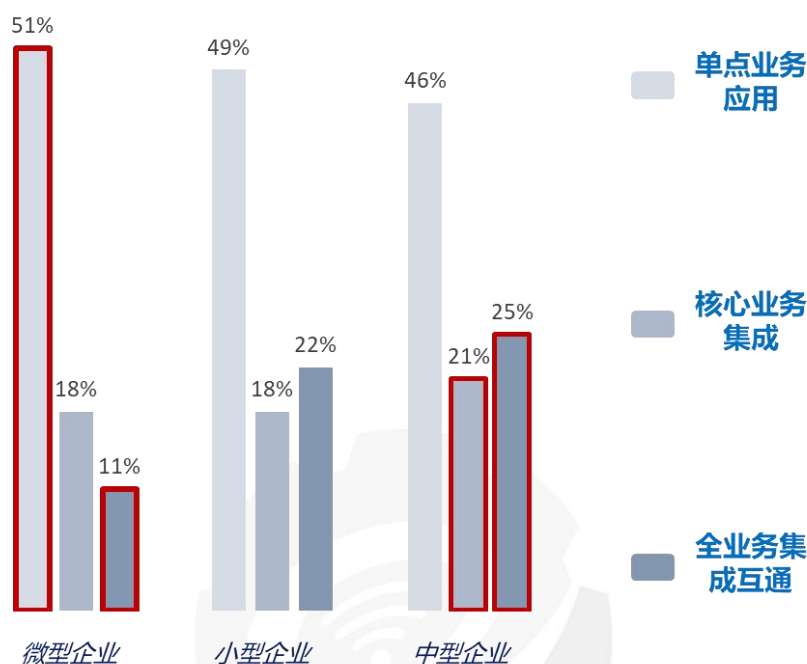


图 3-5 不同规模中小企业业务集成情况

不同行业中小企业关注的数字化转型业务需求不同。原材料、电子信息、装备制造、消费品等不同行业的生产经营方式存在显著的差异，导致各行业中小企业关注的数字化业务领域存在区别。通过对 450 余家中小企业未来数字化建设方向进行问卷调查，形成以下发现：

化工、建材等原材料工业中小企业重点关注安全高效生产以及新型材料研发，一方面化工、建材等行业面临的资源、环境限制趋紧，环保法规及安全管控等行业要求不断强化，导致中小企业对绿色安全生产的重视程度不断提升，调研数据显示约有 63% 的原材料中小企业计划在未来两年加强生产制造领域的数字化转型。另一方面精细化工等行业中小企业面临的竞争压力不断提升，企业需要不断提升产品研发能力，构筑与大型基础化工生产企业的差异化优势，

才能在当前市场环境下生存发展。调研数据显示约有 50%的原材料中小企业计划在未来两年加强研发设计领域的数字化转型。

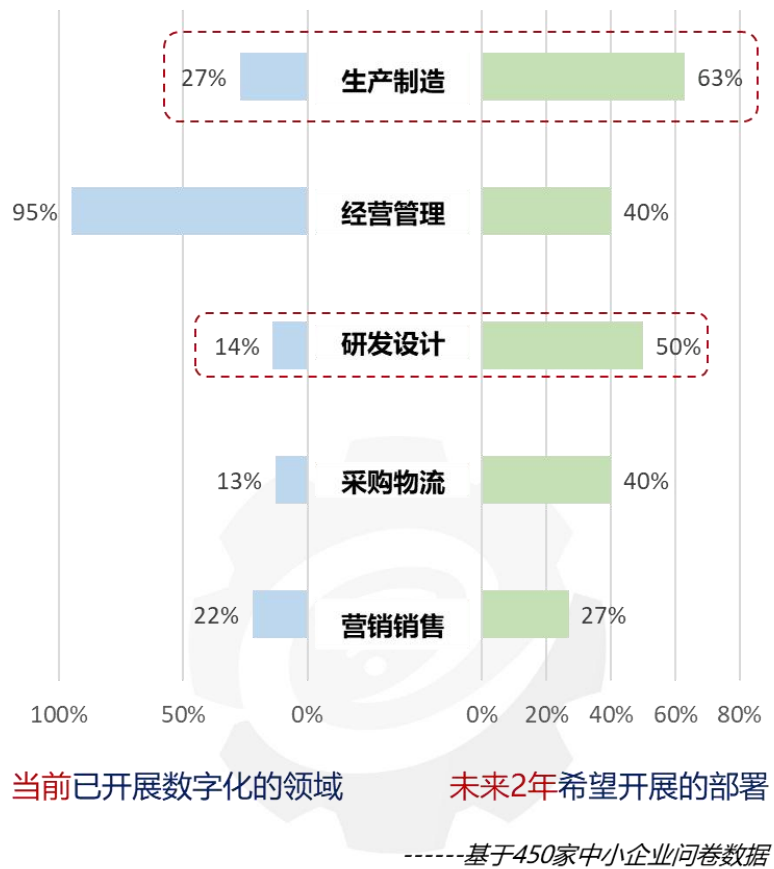


图 3-6 原材料工业中小企业转型需求

装备制造中小企业，重点关注提升机加工等作业效率，提高小型复杂装备及精密零部件研发能力。一方面当前老龄化等因素导致的招工难问题逐渐凸显，众多机械加工等装备制造相关中小企业表示近年来临时工的比例正在不断增多，有意愿进厂长期工作的年轻员工越来越少，不稳定的人员构成导致生产管控的难度逐渐加大，工资绩效计算更加容易出现纠纷。与此同时随着年轻新员工数量减少，有经验的老员工在市场上更加紧俏，其流动性也逐步提高，中小企业不得不面临复杂数控机床编程等制造能力逐渐流失，生产能力逐步下降的问题，调研中约 68%的中小企业表示计划在未来两年

加强生产方面的数字化转型。另一方面如压缩机、泵阀等成品装备类中小企业也面临进一步加强产品创新能力的发展需求，尤其是在数字化转型浪潮下，部分非标自动化生产中小企业订单增多，亟需加强面向更复杂客户需求的装备设计能力，调研中约有 69%的中小企业表示希望提升研发设计数字化能力。

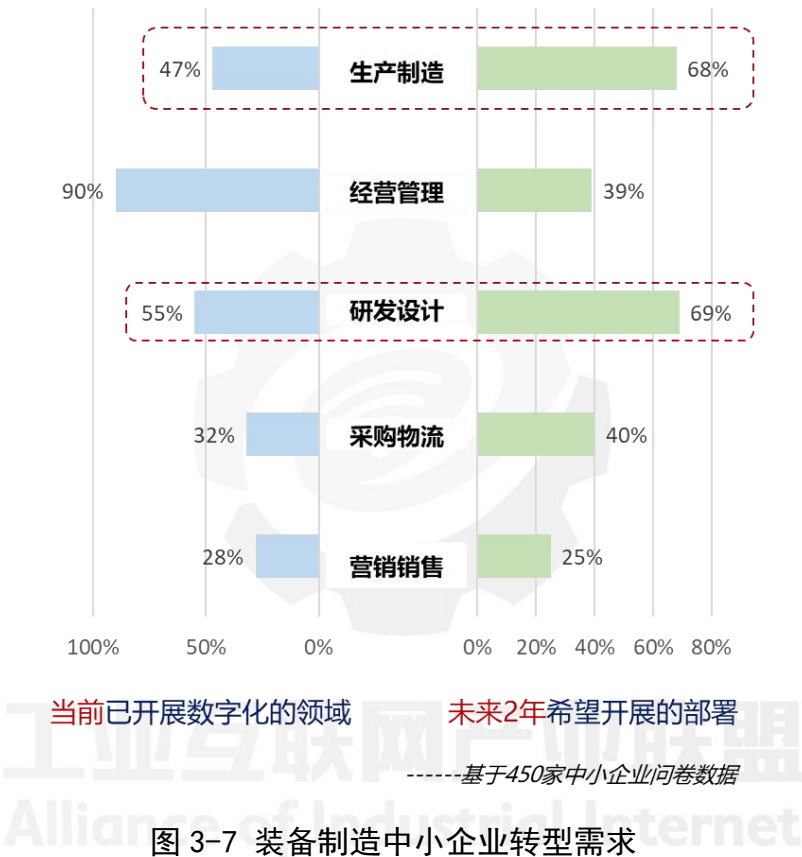


图 3-7 装备制造中小企业转型需求

电子信息中小企业，小批量订单日益增多趋势下，关注精准高效的生管控，提高元器件产品质量。如 PCB 行业的主要原材料为基板、铜箔、纤维等，其中基板和铜箔是以张为单位进料，且参数类型众多，一旦由于生产计划误差导致下料错误，将造成巨大经济损失，在当前小订单不断增多的市场发展趋势下，企业亟需提升生产制造管控能力，调研显示约有 68%的中小企业计划在未来两年加强相关领域的数字化转型部署。与此同时电子信息行业产品逐渐走

向更加微型、更加精密、更加智能，提高了中小企业对产品研发与质量设计的需求，调研中约有 65%的中小企业表示将在未来两年提高产品的数字化研发能力。

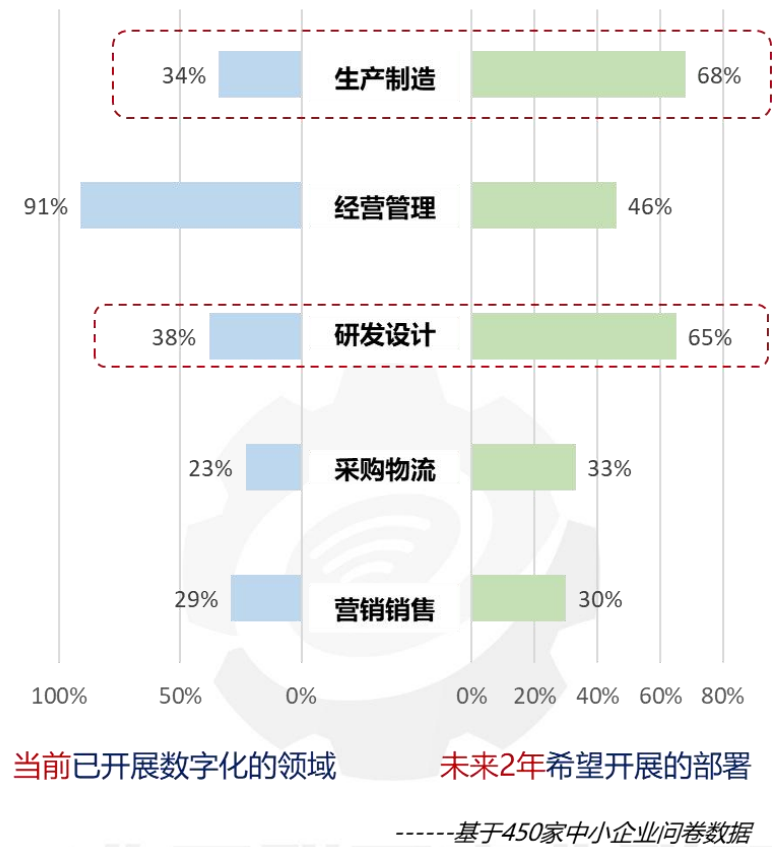


图 3-8 电子信息中小企业转型需求

消费品中小企业，重点关注如何提升市场响应能力，提高企业盈利水平。一方面由于服装等消费品追赶流行季度，工期要求紧张，订单的插单生产、改单生产频频出现，而现场管理混乱导致工人热火朝天但仍难以按时交付，调研中约有 62%的中小企业表示未来两年希望提升数字化生产管控能力。另一方面过去服装等行业中小企业多为代工企业，在产业外迁影响下失去品牌渠道，代工订单逐渐下降，如何拓展产品销路，加强对市场情况的判断，提升与当下消费需求的衔接，成为企业关注内容，计划开展营销转型的企业占比 39%，显著高于其他行业 20%-30%的水平。

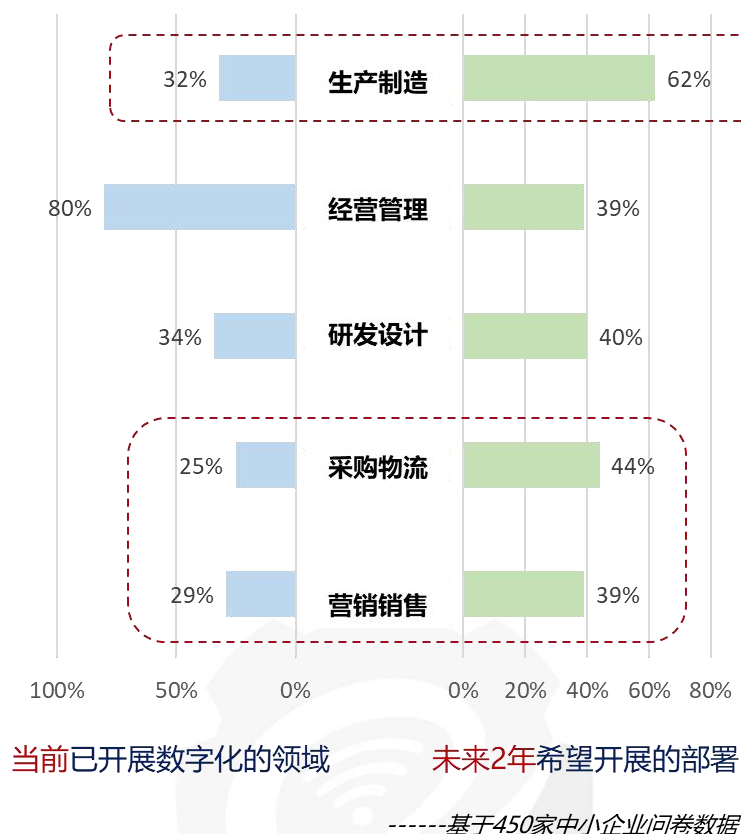


图 3-9 消费品中小企业转型需求

（五）总结：中小企业数字化转型主要受三大类因素影响

中小企业产品复杂度主要影响企业转型驱动动力，生产终端成品等高复杂度产品的中小企业靠近市场，面临更强的竞争压力，具有更强的研发与销售需求及意识，往往会有更强的自主转型意愿和需求。如在化工领域，化妆品等日用化工中小企业更加注重利用数字技术提升研发、营销能力，应对市场变化，而生产基础化学品的中小企业则更加关注安全、平稳生产，数字化技术对于提升其盈利能力帮助有限。生产具有一定功能部件等中复杂度产品的中小企业，往往与大型装备类企业形成长期稳定的供应关系，一到两家客户就可消化大部分市场订单，因此企业更易受大型链主客户驱动，开展数字化转型。同时大型链主企业的影响力一般也很难向更上游的基

础零件、原料供应商渗透。从事简单低复杂度产品基础加工的中小企业更适合在工业互联网平台的驱动下进行产能整合，零散产能可在平台的整合下实现规模经济，有利于自身经营发展。从实际情况看，基于平台的社会化生产组织主要提供简单产品（印刷电路板、机械结构零件、快时尚服装、增材制造简易产品等）的小批量生产服务，复杂产品的生产制造对于各部分零部件与整体组装具有较强的质量控制需求，而工业互联网平台企业很难对大量零散中小企业产能进行统一、严格的质量管理，当订单生产的规模较大时，客户选择与固定的中小供应商进行合作更能够保障产品的质量并降低生产成本，社会化分布式生产并不具有比较优势。

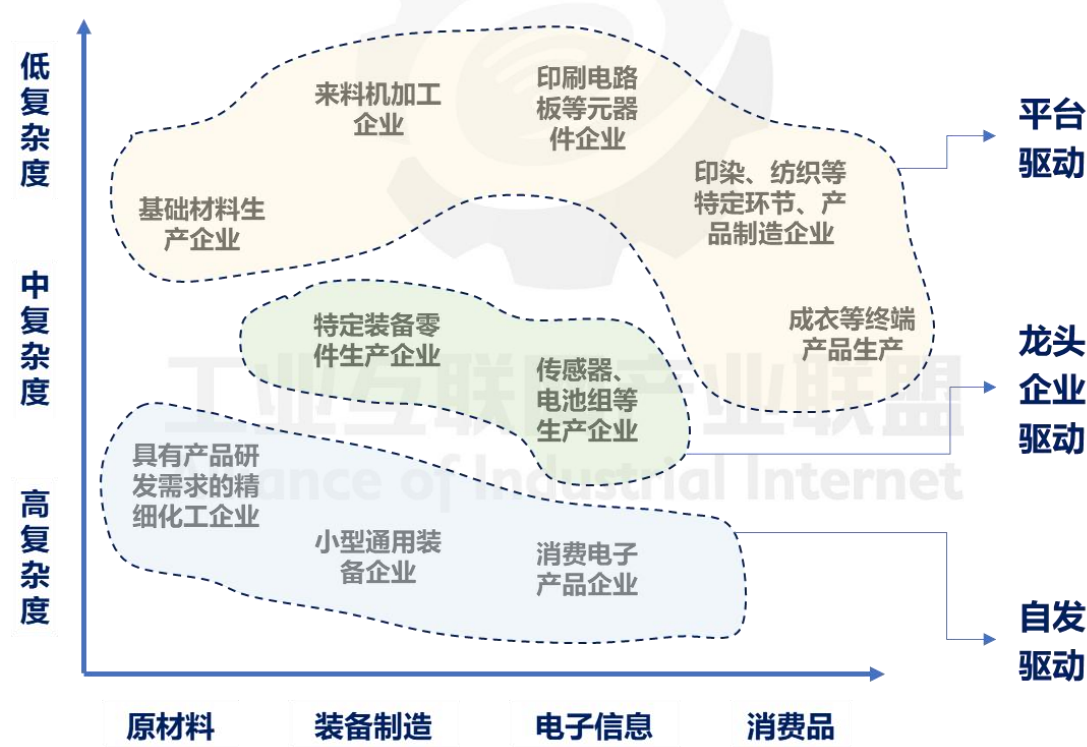


图 3-10 中小企业数字化转型驱动动力影响因素

中小企业经营规模大小主要影响企业转型方式方法。中型企业具有相对更加复杂的转型需求和更加充足的技术资源能力，可以利用低代码平台等可半定制化的工具，以及少量相对高性价比的物联

网、机器人等硬件设备进行数字化转型。小微企业关注单点业务的简易数字化转型，因此可通过标准化的 SAAS 软件、扫码枪等工具，围绕设备二维码巡点检、车间工人报工、仓储信息记录等业务领域进行数字化部署。

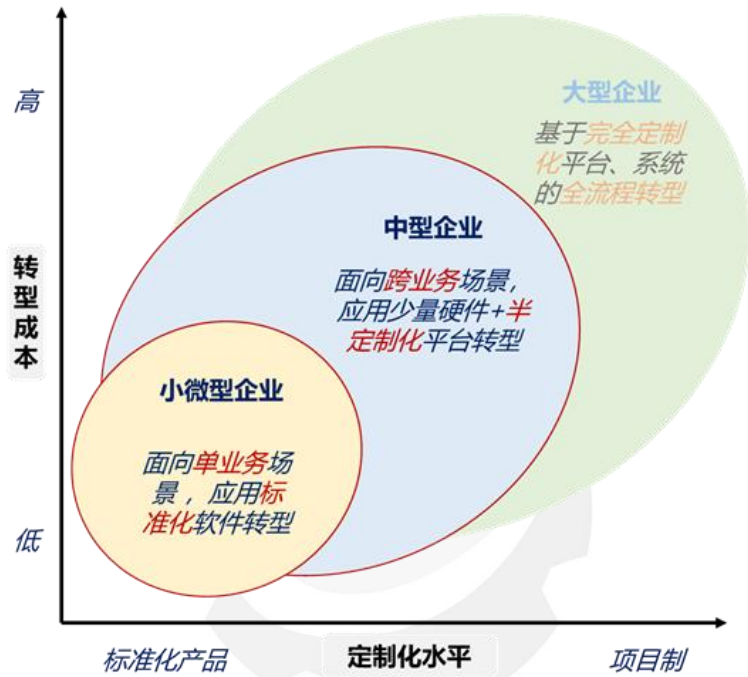


图 3-11 中小企业数字化转型方式方法影响因素

中小企业所在行业领域主要影响企业转型业务需求。化工、建材等原材料工业中小企业重点关注安全高效生产以及新型材料研发。装备制造中小企业，重点关注提升机加工等作业效率，提高小型复杂装备及精密零部件研发能力。电子信息中小企业，小批量订单日益增多趋势下，关注精准高效的生产管控，提高元器件产品质量。消费品中小企业，重点关注如何提升市场响应能力，提高企业盈利水平。总体来看，中小企业数字化转型领域正在从经营管理等通用领域向研发设计、生产制造、采购营销等专业领域延伸拓展。

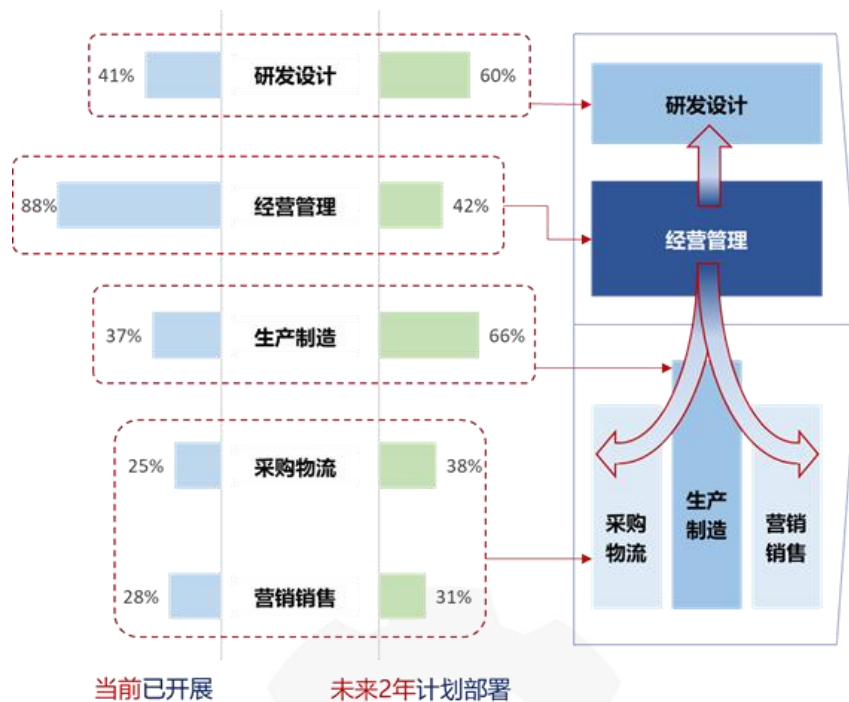


图 3-12 中小企业数字化业务领域影响因素

四、中小企业数字化转型模型

（一）中小企业数字化转型模型

中小企业数字化转型受三类主要因素影响（行业、规模、产品复杂度），形成四大转型路径，其中龙头企业、集群园区、工业互联网协同制造平台驱动的转型路径（一、二、三路径）又与“小快轻准”技术产品支撑的数字化转型路径（四路径）相互关联，如大型企业与中小企业协同转型也需要为中小企业提供基本的生产经营 SAAS 软件，才能实现对中小企业的数据采集汇聚与供应链的优化调度，因此**各大转型路径最终都将落脚于中小企业数字化场景建设上。**

为此，经过对不同行业，不同规模中小企业实际转型案例进行初步总结，形成了中小企业数字化转型模型，为中小企业开展转型建设与场景选取提供基本参考。

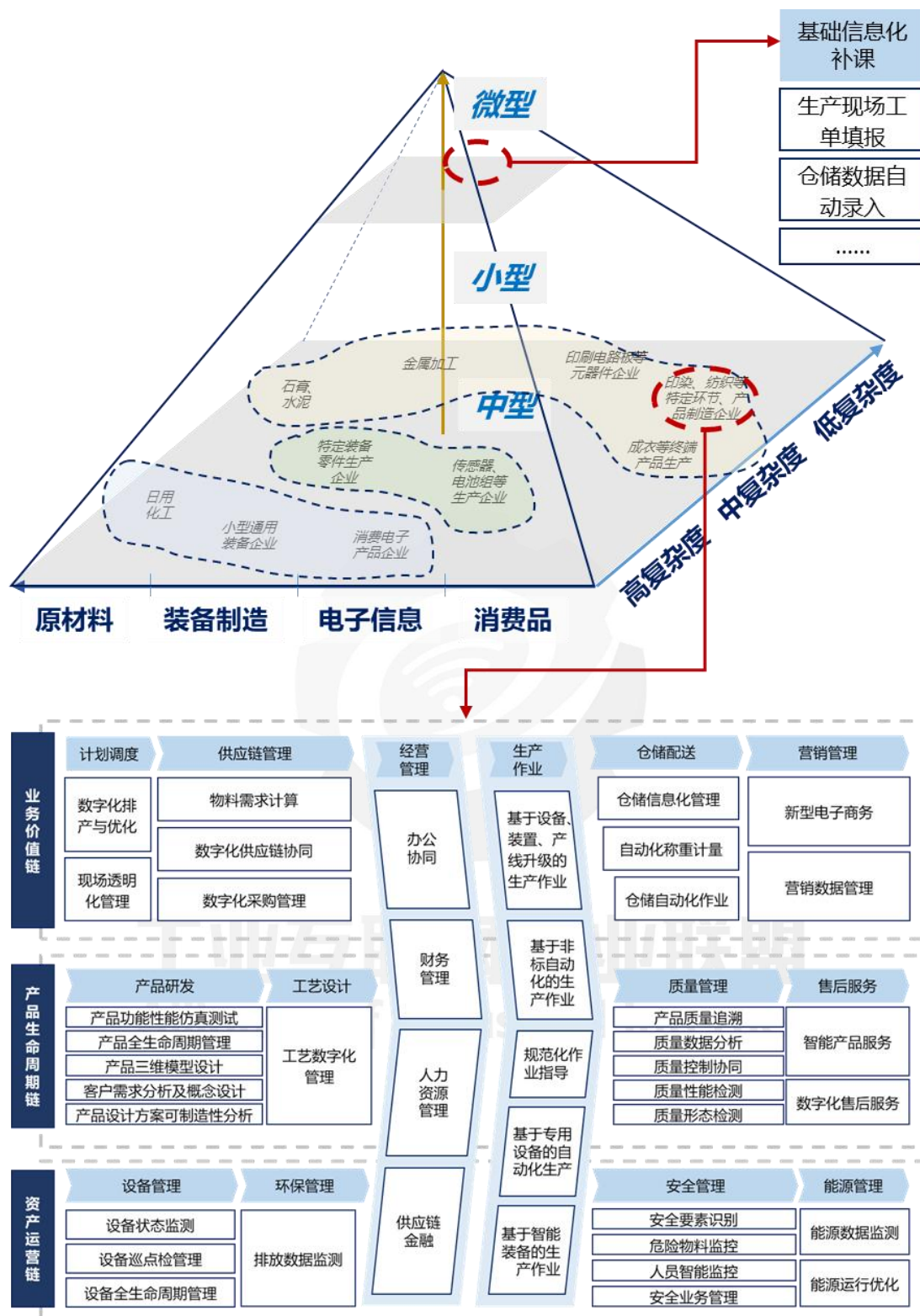


图 4-1 中小企业数字化转型模型

中小企业数字化转型模型主要分为两大部分，其中上半部分金字塔型模型主要用于确定中小企业类型（行业、规模、产品复杂

度），下半部分场景模型主要用于在确定中小企业类型后，匹配相应的数字化应用场景，指导企业进行数字化建设。具体来说，上半部分金字塔模型水平坐标为中小企业所处行业以及产品复杂程度，可确定中小企业所在的具体领域。垂直坐标主要确定中小企业的经营规模，中型企业具有更为复杂的转型需求与更为充足的资源保障，因此可进行更多的数字化场景建设。随着企业规模的缩小，各类型企业转型的应用领域均逐渐聚焦、收敛于仓储、生产等核心业务环节的简易数据采集。下半部分数字化场景模型参考美国国家标准与技术研究院推出的智能制造模型，从业务链、产品链、资产链三大维度总结形成 14 大应用领域与 42 个具体转型业务场景，具体参见（二）中小企业转型场景章节。

（二）中小企业数字化转型场景

编制组通过进行大量调研，结合自身实践经验，完全基于中小企业数字化转型现实案例总结形成转型应用全景图，为中小企业进行数字化业务能力建设提供基本参考。需注意的是，中小企业范围较广，根据国家统计局印发的《统计上大中小微型企业划分办法（2017）》，工业领域中员工数量小于 1000 人或年营收小于 4 亿元均可视为中小企业，下述场景总结即包含了中型企业可进行的技术相对复杂、成本相对较高的进阶场景，也包含了小微企业可进行的单业务转型场景，中小企业可根据自身实际情况进行选择参考，避免由于过度投入不匹配的数字化建设带来新的财务或管理问题。同时下述场景仅提供基本方向指引，涉及到跨业务流程的半定制化转型场景还需根据企业实际业务流程与工艺布局进行具体项目设计。

在产品研发方面。一是产品功能性能仿真测试。对于生产加热箱、零部件、泵、阀相关产品的中小企业，可基于云化 CAE 软件开

展产品的物理仿真分析，优化产品设计参数。二是**产品全生命周期管理**。中小企业可基于云 PDM/PLM 等软件开展小型装备、精密电子、化工配方等产品研发相关图文档数据管理。三是**产品三维模型设计**。如机械零部件、小型装备、非标自动化相关中小企业可基于云化 CAD 软件开展产品三维模型绘制与生产图纸转化，提高模型绘制效率与准确性水平。四是**客户需求分析及概念设计**。如纺织服装中小企业可基于情报类系统对电商销售数据进行挖掘分析，把握市场当前流行趋势，辅助企业进行市场规划。五是**产品设计方案可制造性分析**。如 PCB 等电子信息制造中小企业可利用云化 DFM（Design for Manufacturability）软件对设计文件进行可制造性检查，提前发现阻碍制造或提高生产成本的潜在因素，并修正产品设计。

在工艺设计方面。工艺数字化管理。如复杂零部件、消费电子等工艺较为复杂行业的中小企业，可基于云 PDM/PLM 等软件建设工艺库，加强对工艺文件的标准化统一管理，提升工艺复用率与设计效率。

在生产作业方面。一是基于设备、装置、产线升级的生产作业。中小企业可对机床、化工装置、窑炉等进行升级改造，进一步提高设备、装置、产线自动化程度水平。**二是基于智能装备的生产作业。**如通过部署少量的自动焊接机器人等，提高相关辅助环节的自动化水平，降低人员成本。**三是基于非标自动化的生产作业。**对于小直径阀门装配、电子零部件装配、食品饮料包装、机加工上下料等部分工艺环节，中小企业可基于定制的非标自动化设备、产线等开展一定程度的自动化生产。**四是基于专用设备的自动化生产。**如纺织服装相关中小企业部署并条机、精梳机，电子信息相关中小企业部署全自动数控点焊机等行业专用设备，提升特定工艺环节的自动化

水平。**五是规范化作业指导。**涉及化工投料、原料药生产、电气设备装配等操作相对复杂，标准要求较高工艺的中小企业，可基于生产管控系统下发操作指导，或利用条码系统指引员工进行生产操作，避免操作错误导致安全、质量问题。

在计划调度方面。一是**数字化排产与优化。**中小企业可基于云化 ERP 实现生产订单到宏观生产计划的自动转化，转变传统单纯依靠电子表格的人工制定生产计划方式。有条件的中小企业可基于云 MES，乃至云 APS 等软件实现更加精细化、短周期的生产计划制定。

二是**现场透明化管理。**中小企业可利用工单填报类 SAAS 软件，通过工人手机填报的方式采集现场的生产进度、产品质量和资源使用情况等基本信息。有条件的中型企业可基于云 MES 等更加复杂的系统平台对生产过程进行精细化的透明管理。

在设备管理方面。一是**设备状态监测。**中小企业可根据实际情况对织机、机床等关键生产设备进行物联网改造，实现设备运行实时监测与故障报警。二是**设备巡点检管理。**中小企业可基于二维码系统实现标准化设备巡点检管理，通过定点扫码等方式指导巡检人员按照要求的巡点检规范进行设备检查，提升巡点检工作的规范化程度。三是**设备信息全生命周期管理。**中小企业可基于云化设备管理系统记录设备名称、厂家、状态等各类型信息，制定检维修计划，延长设备使用寿命。

在能源管理方面。一是**能源数据监测。**中小企业可通过更换智能电表、智能水表等设备实现对基础用能情况的数据监测、自动抄表。二是**能源运行优化。**中小企业可基于能源数据监测，结合能源分析系统对不同时段的能耗数据进行趋势分析，结合不同时段电价优化设备用能，降低能源成本。**在环保管理方面，排放数据监测。**

如化工、印染等行业中小企业可通过部署各类型污染传感装置，对排放数据进行动态监测与超限预警。

在安全管理方面。一是**安全要素识别**。中小企业可综合部署智能摄像头、气体分析仪器仪表、温度红外传感装置等，对厂区、车间危险因素进行识别检测。二是**危险物料监控**。中小企业可基于二维码系统对危化品等危险物料进行流转监控。三是**人员智能监控**。中小企业可基于智能安全帽、智能手环等对现场人员流动进行在线监测，一旦发生安全事故可辅助进行人员疏散等应急处置。四是**安全业务管理**。中小企业可部署安全管理平台，对安全管理相关报表、文档、台账等进行统一管理，对厂区地图、风险点等进行可视化展示，提升安全管理规范化水平。

在质量管理方面。一是**质量形态检测**。如精密零部件、电子信息等质量要求较高行业中，有条件的中小企业可利用三坐标仪、AOI视觉识别等设备系统开展零部件、产品的外观形态检测。二是**质量性能检测**。如在建材、化工、新材料、电子信息等行业，有条件的中小企业可通过部署应用各类专业化的科学分析检测仪器对原材料、产品的各类型物理化学性质进行性能测试。三是**质量控制协同**。如原料药、中成药等特殊行业中小企业，可通过部署质量管控系统，根据设定好的顺序储存管理全流程检化验数据，提高质检标准化程度，满足行业规范。四是**质量数据分析**。中小企业可通过部署云化QMS等软件对产品检测检验数据进行趋势分析，帮助业务人员锁定导致质量问题的具体环节。五是**产品质量追溯**。如化肥、食品、机械零部件、小型医疗设备等中小企业可通过部署条码系统开展质量数据的信息追溯，满足市场及行业监管相关要求。

在仓储管理方面。一是**仓储信息管理**。中小企业可通过二维码

等方式开展对物料、库位的编码管理，并通过手持 PDA、RFID 进行物料信息的自动化录入，有条件的中小企业还应考虑将仓储系统与 ERP、供应链等相关系统集成打通。**二是仓储自动化作业。**有条件的中小企业可通过部署少量二手机械臂等方式，实现码垛、包装、装卸车等环节的自动化作业，降低重复体力劳动的用人成本。**三是自动化称重计量。**如化工、水泥等行业中小企业，可通过对地磅计量系统进行升级改造，综合应用车牌识别、自动语音播报、自动道闸控制等技术，实现无人值守的自动化物料、产品运输车辆称重计量。

在供应链管理方面。**一是物料需求计算。**中小企业可基于云化 ERP 系统，结合产品订单情况进行自动化 MRP 计算，生产物料采购清单。**二是数字化供应链协同。**如汽车零部件、航空航天零部件中小企业，可通过 EDI 等技术与链主企业进行数据互联，提升研发、生产、物流等业务的深度协同。**三是数字化采购管理。**中小企业可利用供应链管理平台、软件加强对多样化供应商的信息管理，基于平台提升上下游企业在下单、采购、生产进度、入仓发货等环节的协同水平。

在产品营销方面。**一是新型电子商务。**如日化用品、服装鞋帽、消费电子等中小企业可利用新型电商平台进行产品销售，创建自有工厂品牌。**二是营销数据管理。**中小企业可基于云化 CRM 系统对订单、客户等销售基础资料以及营销业务流程进行集中管理，提高营销标准化水平。

在产品服务方面。**一是智能产品服务。**如压缩机等装备类中小企业，可根据实际情况推出智能网联产品，并提供用能指导等增值服务。**二是数字化售后服务。**中小企业可基于二维码系统提供产品基本信息、售后处理服务与配件更换商城服务，提高客户服务质量。

在经营管理方面。一是办公协同。中小企业可基于云化 OA 系统、表格小程序等，打通营销、财务、生产等部门，以及企业与客户服务、供应链采购等主体的信息数据，提高业务财务间、研发项目间、营销生产间等关联业务的协同水平，提高企业经营效率。二是财务管理。中小企业可基于云化 ERP 或专用财务管理软件，自动化生产财务表格，并辅助进行财务计算。有条件的中小企业可将财务管理系统与仓储管理等进行集成打通，实现更加精准的财务计算。中小企业还可基于新型财务管理系统，利用人工智能等新型技术开展机器视觉发票查验、智能财务数据分析等智能应用。三是人力资源管理。中小企业，尤其是中型企业可基于云化 OA 或专门的 HR 系统，对人员招聘、培训计划、绩效考评以及员工派工排班等业务进行电子化管理，降低人力管理压力，减少劳资纠纷。四是供应链金融。中小企业可基于供应链金融平台，利用信用建模技术将企业交易数据转化为信用凭证，助力企业进行融资贷款，解决中小企业资金占用难题。

需要说明的是，中小企业数字化转型仍处于高速发展过程中，上述场景总结仅基于编制组对于前期实践的归纳总结，未来还将结合实际发展趋势进行定期更新。

（三）十大细分领域中小企业典型数字化场景

1. 金属加工领域中小企业转型场景

金属加工中小企业主要是指从事模具、定制零部件、金属结构件等产品生产加工的企业。从经营模式上看，该类中小企业多数承接 B 端客户小批量订单，根据给定的设计图纸进行样品件、试制件等定制化产品的加工生产，较少涉及产品研发。从生产工艺上看，

该类中小企业主要涉及铸锻造、机加工相关工艺，较少涉及复杂装配。因此该类中小企业在数字化转型中重点关注提升铸锻造、机加工等生产作业效率与设备管理能力，不断加强对生产成本的管控。

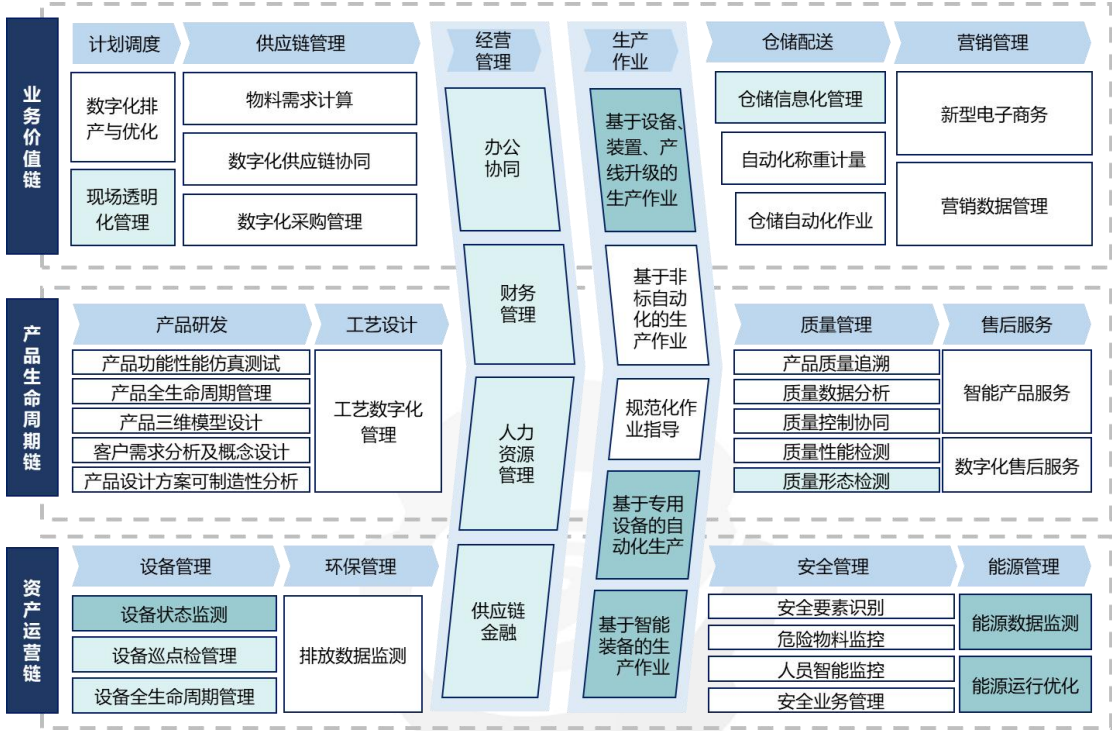


图 4-2 金属加工领域中小企业转型场景分布

基于设备、装置、产线升级的生产作业。宜昌利远机械科技有限公司为提升企业生产作业效率，在当前已有的机床数控系统基础上，基于数据采集盒子开展设备的接口改造，并部署 DNC 管理系统，对机加工车间机床设备进行统一管理与任务安排，实现加工代码的自动下发，提高机加工作业的生产效率。

基于少量专用装备的自动化作业。宿迁市华东金属构件工程有限公司，主要从事大型工业厂房钢结构、多高层建筑钢结构、特种钢结构、重型钢结构生产以及工程设计与安装，客户种类相对单一，不涉及复杂的生产管控与业务管理，其数字化转型主要是部署部分自动焊接机等专用装备进行特殊工序生产作业。

基于少量智能装备的生产作业。佛山市禅城区南庄兴顺精密模具有限公司主要从事各种铝合金模具生产业务，为提升生产管理效率，企业联合中软国际进行了智能车间改造实施，增加五轴加工中心、慢走丝、雕铣机等数控编程设备，部署 SAAS 化生产管理系统，减少生产作业成本，加工时间从原来 7 天减少为 5 天。

设备状态监测。湖北军威机械有限公司，主要生产钢铁铸件、包装制品、机械零件、泵车弯管等多类型金属制品。为加强对数控机床关键设备的管理水平，避免机加工设备故障导致的生产效率下降与成本损失，企业对关键机床设备进行了物联网升级改造，实现对机床待机、运行等状态的统一监测，设备档案信息集中管理，以及异常运行报警。

能源运行优化。明坤铝业主要从事工业铝型材生产加工业务，产品涵盖多类型支架、托盘、外壳等铝金属制品，具有铝棒熔铸、型材挤压、精深加工等工艺流程，能源消耗较高。为提升能源管理效率，企业联合联通数科部署应用能源管理系统，重点对高能耗工艺环节进行能耗数据监测，辅助企业制定合理能源计划。

2. 水泥、石膏领域中小企业转型场景

水泥、石膏相关中小企业主要是指从事基础建材生产的中小企业。从经营模式上看，该类中小企业主要承接工程建设项目订单，为建设项目现场提供基础建材产品。从生产工艺上看，主要是对矿粉、粉煤灰、砂石以及其他回收资源等原材料进行进厂称重，搅拌混合，并将产品配送至工程项目现场。因此该类中小企业数字化转型主要关注如何提升基础物资原料管理效率，进一步提高生产控制无人化水平，强化质量追溯管理，满足工程项目建设进度与安全合规要求。

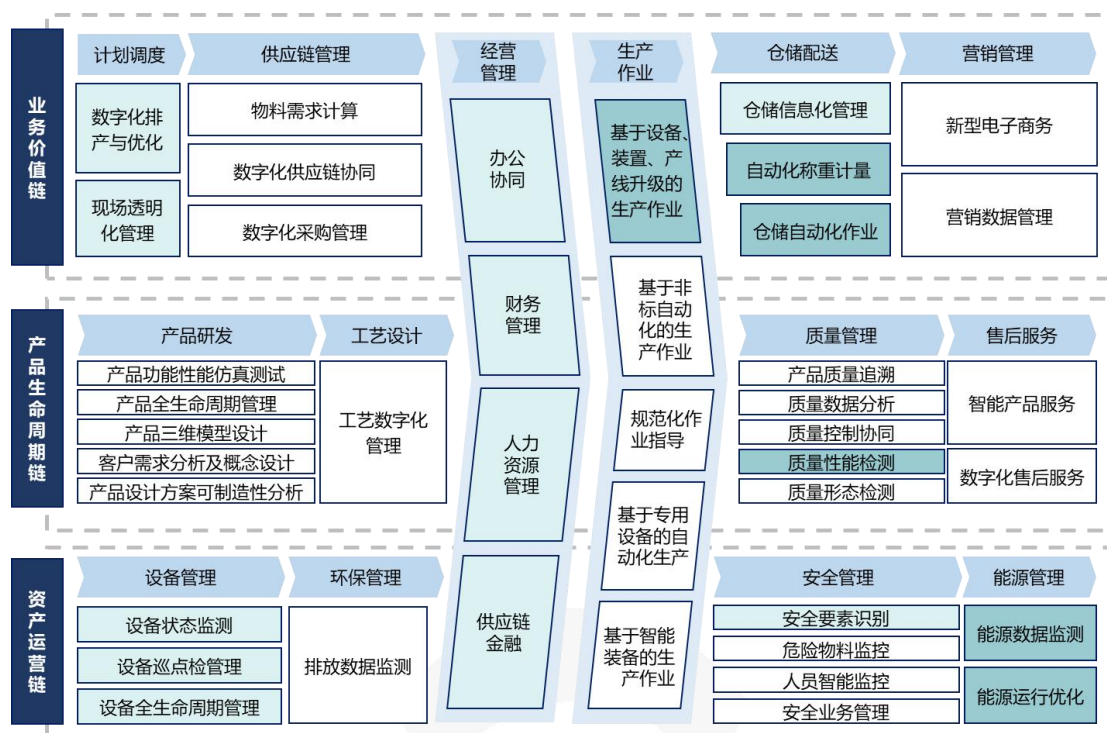


图 4-3 水泥、石膏领域中小企业转型场景分布

基于设备、装置、产线升级的生产作业。重庆汉信新型建材有限公司主要从事干湿混商品砂浆、商品混凝土、混凝土外加剂等各类型基础建设材料的生产、销售工作。为进一步提升生作业效率，企业升级改造自动化配料、搅拌系统，减少生产控制的人为干预，提升建材产品的品质标准化水平与程度。

仓储自动化作业。贵州正和天筑科技有限公司主要从事预拌干混砂浆、喷注砂浆等建材产品的生产销售，为提升仓储作业效率，企业部署少量机械臂进行建材产品的装卸车作业，降低现场人员劳动强度，减少非必要人工成本。

自动化计量称重。重庆朝国混凝土有限公司主要从事混凝土生产、销售业务，为提升原料物资的管理能力，企业部署无人值守过磅称重系统，进出厂车辆载重过磅、运输物料类别通过地磅数据联

网、司机刷卡扫码、机器视觉车牌检验等方式自动上传至企业系统，提高财务计算精细化程度。

质量性能检测。重庆凯威混凝土有限公司主要从事混凝土生产、销售业务。为提升骨料原料的检化验效率，企业部署应用了骨料自动取样系统，系统可利用自动化装置与雷达扫描自动进行骨料取样，以及后续的样品烘干、筛分与计量工作，提升取样作业的安全化程度。

能源数据监测。中建西部建设贵州有限公司主要从事预拌商品混凝土生产销售业务，为提高能源管理效率，降低用能成本，企业安装了无线智能电表，并基于能源管理平台对厂区的生活、生产、办公区域用电进行实时监测，分析各个区域用电规律，精准施策进行节能降耗。

3. 纺织印染领域中小企业转型场景

纺织印染中小企业主要是指对棉、麻、丝、毛及化纤等原料进行基础加工与染色印花的中小企业。从经营模式上看，该类中小企业较少涉及相对复杂的研发创新，主要从事基础加工生产，为服装、家纺制品等企业提供原材料。从生产工艺上看，涉及纺纱、织造、印花、整理等工序。近年来随着行业市场规模扩张放缓与绿色化要求提升，如何提高劳动生产率与产品品质，进一步降低生产成本与能源消耗，成为该领域中小企业数字化转型重点关注的内容。

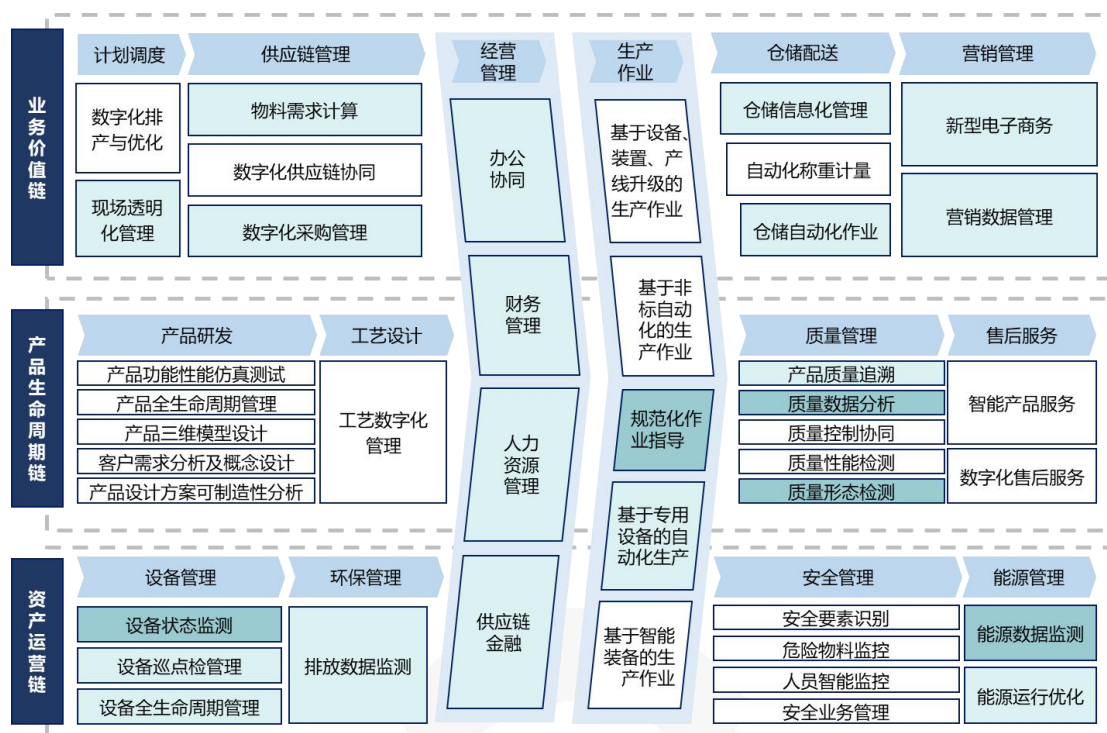


图 4-4 纺织印染领域中小企业转型场景分布

质量形态检测。浙江鑫海纺织有限公司主要从事织布、化纤纱线的纺织，为提升产品生产质量，企业白坯布视觉验布系统，通过机器视觉技术识别污点、破洞、织疵等质量瑕疵，协助企业提升验布检验速度，无需人工干预自动识别、停止、上报。

能源数据监测。柯桥展望印染有限公司主要从事织物印染，绣花加工等业务，生产能耗较高。为此企业对白坯、成品、染化料等产线进行水气电总表能耗采集，结合能源看板对生产用能情况进行动态监测与历史数据记录跟踪，为优化工艺生产，提高能源利用效率提供数据支撑。

规范化作业指导。南通双弘纺织有限公司主要从事纺纱、织布、制线制造、加工等业务，涉及配棉、混棉、梳棉、精梳、并条、粗纱、细纱、络筒、打包等复杂工艺流程。为加强工艺生产规范化程

度，企业部署“全流程生产工艺管理系统”，可基于系统向现场人员一键下发生产工艺，再由现场人员调整后进行生产操作。

质量数据分析。南通双弘纺织有限公司为提升质量管理水平，部署应用“产品质量监测与回溯系统”，集成了所有工序的产品在线检测数据，以及实验室记录下的原料、半制品、产品质量数据，并对数据进行全面分析，寻找挖掘数据潜在问题。

设备数据监测。东阳市吴刚针织有限公司主要从事针织品加工业务，为提升设备管理能力，加强对生产现场的管控，企业利用通用 IOT 套件对织机开展了物联网改造，实时监控织机运行情况、生产效率等情况，一方面提升了设备管理能力，另一方面也实现了对车间的透明化管理。

4. 印刷电路板领域中小企业转型场景

印刷电路板中小企业主要是指从事印刷电路板定制化生产或组装插件的中小企业。从经营模式上看，该类中小企业主要为通讯设备、消费电子、医疗设备等客户提供快速打样、小批量生产相关服务。从生产工艺上看，涉及板料切割、蚀刻、钻孔、SMT 贴片加工、插件加工、检验测试等。因此该类中小企业数字化转型重点关注提升产品质量管控能力、柔性生产能力与生产制造效率，适应行业小批量订单发展趋势以及不断提高的品控要求，为下游电子终端产品客户进行快速产品创新提供基础支撑。

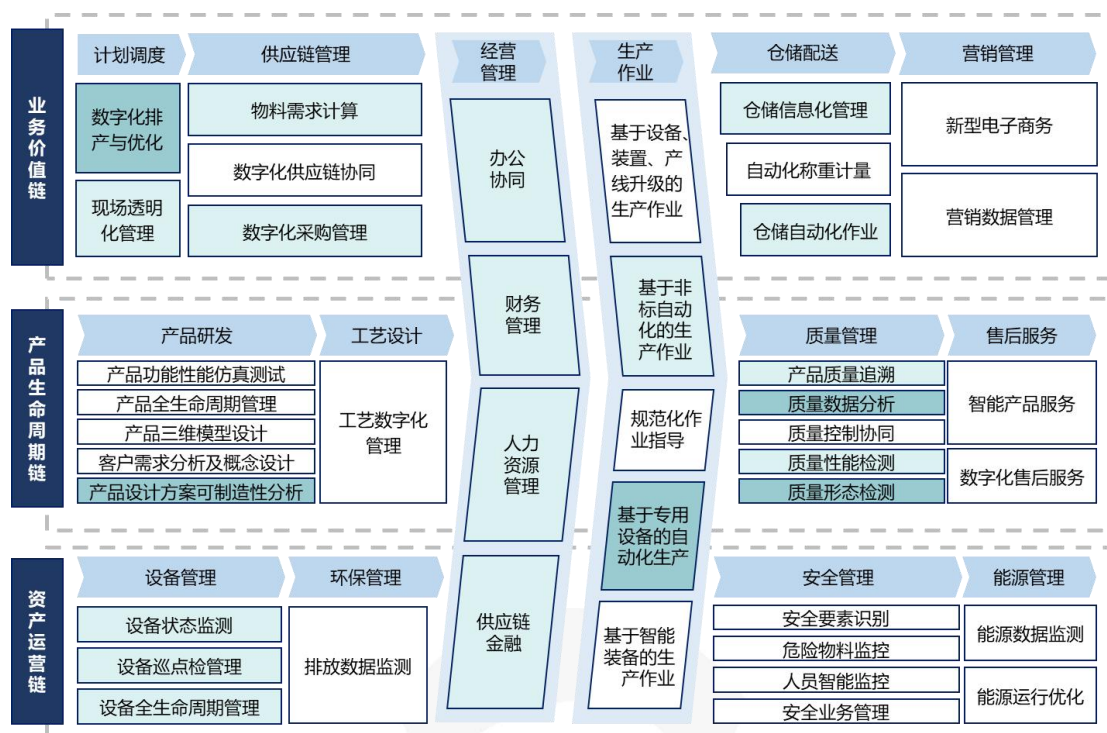


图 4-5 印刷电路板领域中小企业转型场景分布

质量形态检测。湖南英航实业有限公司主要从事 SMT 组装生产，为提升产品一次直通率及良率，公司部署应用了 AOI 自动化视觉检测系统，专门针对 SMT 贴片以及回流焊品质进行自动化检测，变革传统单纯依靠人工的质检方式，降低现场工人的劳动强度，提高质检准确率。

质量统计分析。江苏南极星科技有限公司主要从事 SMT 组装生产，为提升产品质量，企业与中电凯杰进行合作，通过交换机、采集网关等方式对 SPI、AOI、贴片机、回流炉等设备进行数据联网，并部署 QMS 质量管理体系对贴片偏移、焊接质量、缺错件等数据进行统计分析，提升产品质量检出能力，挖掘潜在质量问题。

数字化排产与优化。印刷电路板生产需要对原料板进行开料计算，将多张小面积电路板组合成一张大电路板进行生产，依靠人工开料效率较低，一旦出错将造成较高的经济损失。嘉立创推出智能

开料软件，可对原料板进行快速开料计算，根据单元板尺寸与板料尺寸，自动测算交货所需的拼板尺寸，提前规划出合理的拼板方案。

基于专用装备的生产作业。苏州长城开发科技有限公司主要从事电脑硬盘用线路板、柔性线路板等生产制造，为提高生产作业效率，该企业与中电鹏程合作，部署应用了 PCBA 自动化线体，开展全自动的印刷电路板组装生产作业，显著提高了生产作业效率，并在此基础上构建了基于数据实施采集的生产管控体系。

产品设计方案可制造性分析。印刷电路板进行生产前需求对设计文件进行可制造性分析，防止由于设计不合理导致制造隐患或成本过高。捷配推出云化 DFM 软件可实现对设计问题的全面快速分析，并计算生产成本，指导企业优化产品工艺升级方案，提前预防产品缺陷。

5. 汽车零部件领域中小企业转型场景

汽车零部件中小企业主要是指从事动力、底盘、车身等相关零部件生产制造的中小企业。从经营模式上看，该类中小企业，尤其是作为一二级供应商的企业多与大型客户保持长期合作关系，客户对其在质量管理等业务层面具有较强影响力。尤其是近年来随着电动汽车快速发展、车身结构不断迭代更新以及供应链的不确定性提升，零部件中小企业与大型客户在产品研发、生产计划等更深层次业务领域的协同化程度也在快速提升。从生产工艺上看，该类中小企业主要涉及机加工相关工艺，如总成类零部件还涉及更加复杂的装配过程。因此汽车零部件中小企业数字化转型过程中，一方面关注相对复杂的车间生产管控，另一方面也强调与大型客户的多层次供应链协同。

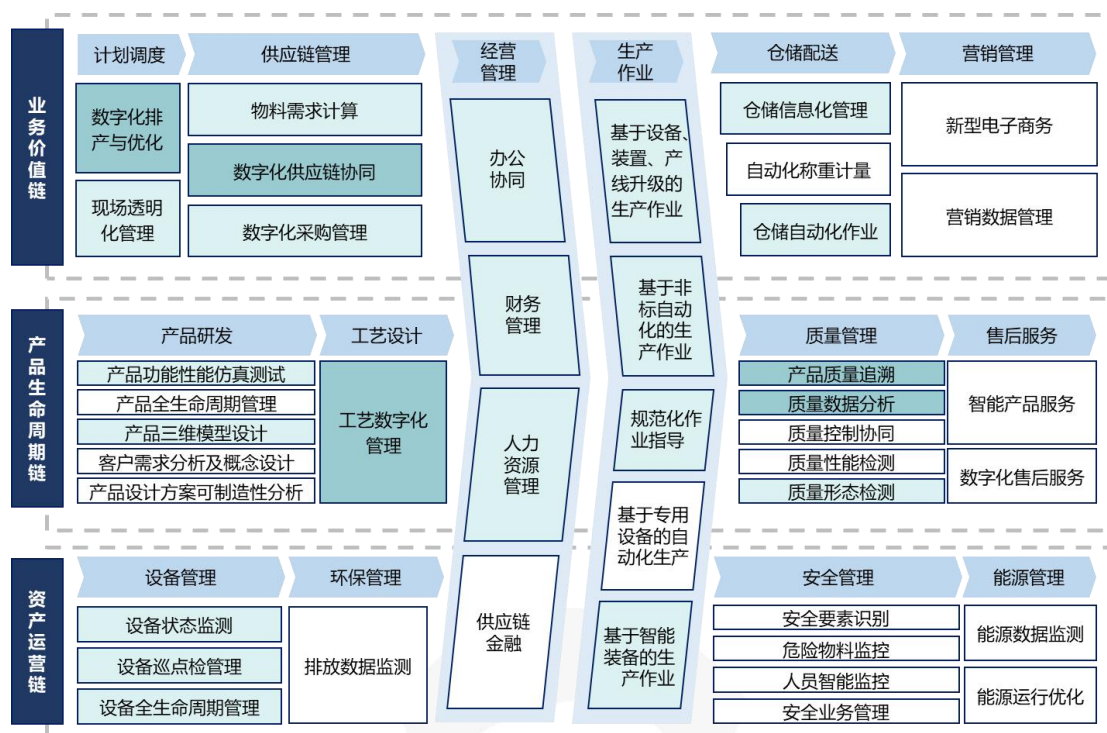


图 4-6 汽车零部件领域中小企业转型场景分布

数字化供应链协同。吉利汽车为提升供应链透明化管理程度，加速推动中小供应商数字化转型，为供应商提供云化部署的生产执行软件，并开展系统间的数据交互，实现质量管理追溯协同、采购信息共享协同、生产进度跟踪协同。

质量数据分析。重庆歇马机械曲轴有限公司是专业生产摩托车和通用发动机曲轴的优质制造商。为实现企业 TQM 全面质量管理，解决生产过程中质量异常重复发生、批量性质量事故频发、客户投诉不断等一系列问题，企业联合广东盘古信息基于机加行业数字化管理套件，通过生产过程关键数据采集与 SPC 质量数据统计分析相结合的方式对生产要素进行全面监控及预警，确保生产过程处于受控状态从而保证产品质量的稳定性。

数字化排产与优化。江苏恒义工业技术有限公司主要从事新能源汽车电池箱、电机、变速箱、整车车架等多类型、多品类零部件

的研发生产。为提升生产制造的柔性化程度，企业部署应用 APS 软件进行数字化计划排产，减少生产过程中的等待时间和闲置资源，适应市场变化和客户需求变动。

质量数据追溯。苏州市大华精密机械有限公司主要从事外壳、托盘等多类型汽车零部件生产业务，为提升质量管理能力，企业联合紫光云部署应用生产管控 APP，为关键产品、重要批次物料赋予条码标识，实现对生产批次的质量追溯，缩小了产品不良引起的质量问题处置范围。

工艺数字化管理。安徽大洋机械制造有限公司主要从事冲焊件、底盘件、油桶、电池箱体等多类型乘用车与商用车零部件研发生产。为提升工艺设计效率与规范性水平，企业部署应用 PLM 系统工艺管理模块，实现对工艺参数与文件的统一管理，提升工艺设计流程标准化程度，应对客户不断整车厂迭代更新的零部件供应变化与行业的标准要求。

6. 航空航天零部件领域中小企业转型场景

航空航天零部件中小企业主要是指从事飞机以及各类航天装备零部件、实验装备以及小型无人机等研发、加工的科技型中小企业。从经营模式上看，该类中小企业多与大型装备制造国央企具有紧密合作关系，生产业务具有显著的多品种、小批量特征。从生产工艺上看，主要涉及机加工、装配以及部分电子生产工艺，工序复杂程度相对较高。因此该类型中小企业数字化转型除关注生产管控外，还重点关注复杂产品设计，复杂工艺复用与快速规划，以及与上下游的供应链协同等场景，帮助企业在多品种、小批量业务模式下尽量控制生产经营成本，提高产品附加值。

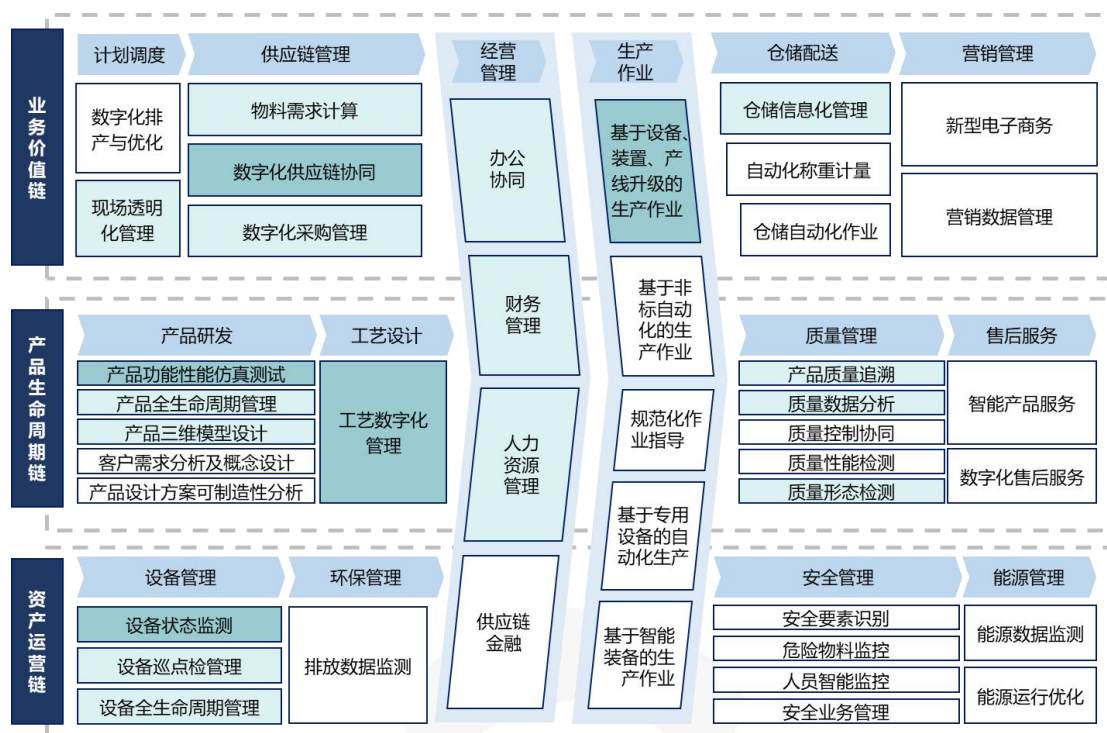


图 4-7 航空航天零部件领域中小企业转型场景分布

工艺数字化管理。滁州市某装备科技有限公司主要从事雷达产品与航空航天零部件的配套加工，为提升小批量个性化零部件的工艺设计效率，企业部署应用 PLM 系统工艺管理模块，开展工艺文档的集中管理、工艺路径数字化规划以及工艺持续改进，满足行业特殊的合规性要求。

产品功能性能仿真测试。西安某航空科技有限公司是一家专注于智能化无人飞行器研究、开发、生产、销售及服务的高科技企业，为提升复杂产品的研发设计能力，企业应用仿真设计云平台以及云端高性能算力，开展多维度的 CAE 产品仿真分析。

数字化供应链协同。北京某科技有限公司主要从事星箭适配器、太阳翼、减震器、多星分配器等各类型复杂航天零部件研发生产业务。为提升对供应商的透明化管理能力，企业构建智慧化供应链解

决方案，加强与供应商的数据联通，全面把控供应商质量，强化对供应商库存的实时监控。

设备状态监测。西安某机械制造有限公司主要从事航空零（组）部件的数控加工、飞机组部件装配等的设计加工，企业具有各类型精密数控加工设备近 100 台，为提升对设备的精细化管理能力，企业进行了机床联网改造，实现设备数据运行监测，同时也基于设备运行数据进行透明化的机加工生产管控。

基于设备、装置、产线升级的生产作业。西安某航空制造有限责任公司主要从事飞机试验件、机翼壁板等多类型飞机零部件研发、生产，具有龙门数控铣床，龙门数控立式加工中心等一批数控加工设备。为提升生产作业效率，企业部署升级 DNC 系统，结合机床联网实现对生产设备的统一集中管理与加工任务分发，减少机床空闲时间。

7. 成衣服装领域中小企业转型场景

成衣服装中小企业主要是指从事服装鞋袜等最终成品设计、加工、销售的中小企业。从经营模式上看，过去该类型中小企业以代工生产为主，在相关产业不断向新兴经济体迁移的背景下，部分中小代工企业逐渐探索向自有品牌创建等高价值环节发展。从生产工艺上看，该类中小企业主要涉及打样、剪裁、缝制等工序，难以完全通过自动化进行生产。因此该类中小企业数字化转型重点关注电商营销、服装设计等场景，帮助企业提高盈利能力。与此同时随着小批量订单的不断增多，加强柔性生产管控也成为该类型中小企业核心关注的内容。

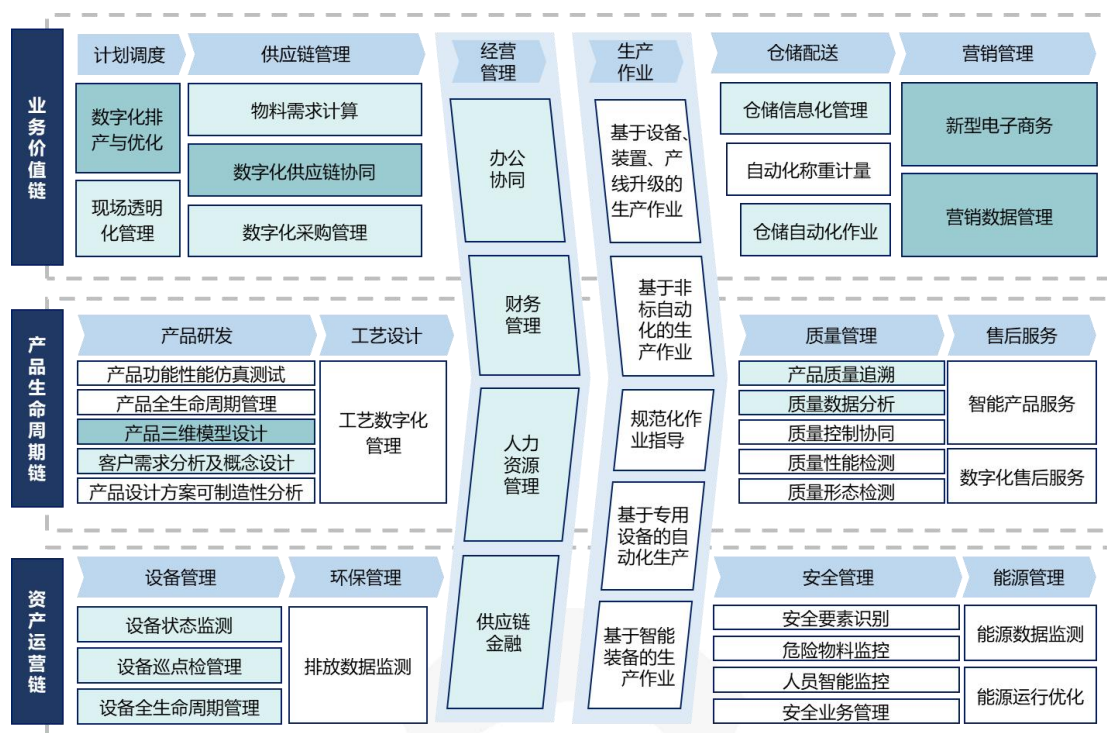


图 4-8 成衣服装领域中小企业转型场景分布

新型电子商务。德赛鞋业有限公司过去主要从事皮鞋代工生产业务，为进一步提升盈利能力，应对鞋业外贸加工冲击，企业利用直播电商进行产品营销，建设自有德赛品牌，实现了从代工厂商到具有研产销全价值链业务能力的经营模式转变。

数字化供应链协同。青岛庄正职业服装有限公司主要从事税务装、医务服等各类职业服装的生产加工业务，为提升对上游供应链的管理能力，企业部署供应链协同系统，基于系统可实时查询外协工厂生产和质量管控、样衣打样进度等数据，一旦发现逾期风险，即可第一时间灵活调动。

营销数据管理。青岛常春藤纺织服装科技有限公司主要从事校服设计生产业务，为提升个性化定制能力，企业部署 OMS 订单管理系统，对各渠道的销售订单信息进行统一管理，可快速根据个性化

工艺进行价格计算，并可将具有一定个性化的客户需求转化为可执行的生产订单进行微定制生产。

数字化排产与优化。青岛浩尔服饰有限公司主要从事各类型家居服装生产业务，为应对快速变化的市场订单，企业部署应用 APS 排产系统，通过统筹各方面资源约束条件自动折合工单，精确排产到生产单元，并能够根据生产异常情况及时、自动调整生产计划。

产品三维模型设计。青岛吉美誉服饰有限公司主要从事童装设计生产工作，为进一步提升服装设计效率，企业建设了 CAD 版型数据库，根据订单自动组装 CAD 版型文件，提高服装定制制版效率，减少版师雇佣成本。

8. 消费电子领域中小企业转型场景

消费电子中小企业主要是指从事耳机、音箱、智能穿戴设备等产品研发、生产、销售的中小企业。从经营模式上看，该类中小企业通过直营或渠道的方式面向终端消费者进行产品销售，产品迭代更新速度较快。从生产工艺上看，主要涉及电路设计制造，外壳、电路等组件装配，以及对电子产品的功能、性能检验测试等，部分产品由于结构相对复杂导致物料种类与生产工序也相对多样。因此该类中小企业数字化转型重点关注产品创新、工艺管控、产品营销，并探索利用自动化技术提高装配效率，控制人员成本。

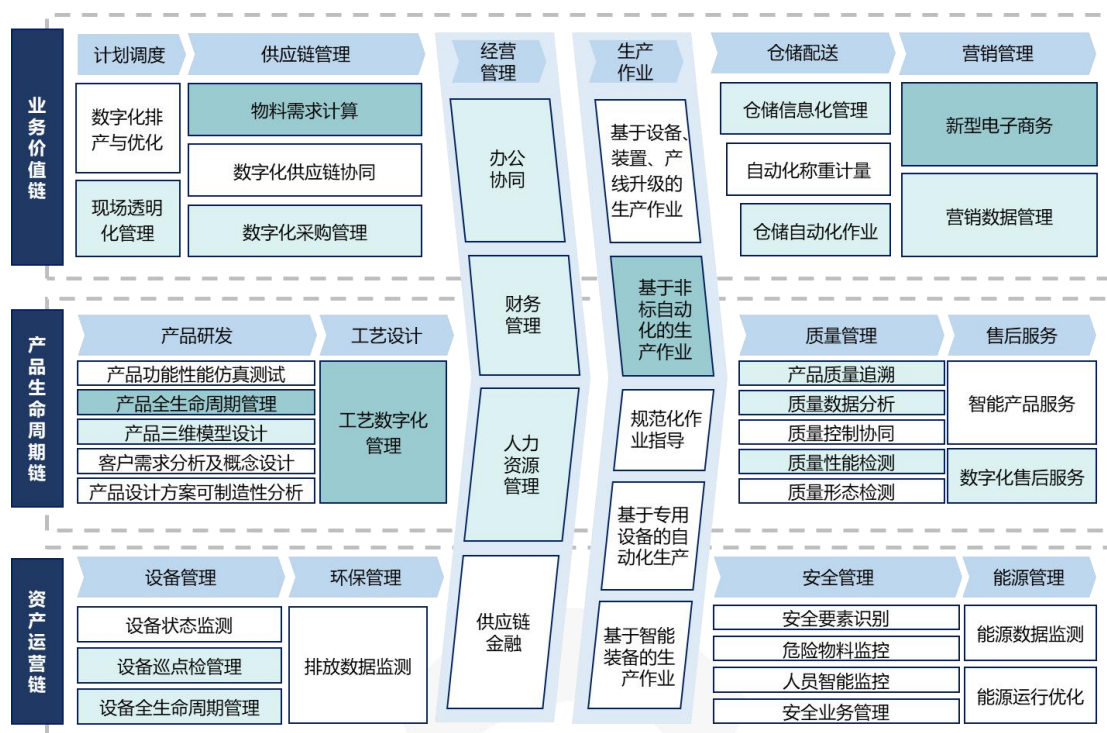


图 4-9 消费电子领域中小企业转型场景分布

基于非标自动化的生产作业。深圳市亲情互动科技有限公司是以智能可穿戴设备和智能健康监护产品的研发生产为主营业务的科技公司，为提升组装加工作业效率，企业部署应用非标自动化设备进行加工作业，减少人员用工成本。

产品全生命周期管理。韶音科技有限公司主要从事骨传导耳机等智能穿戴设备研发生产，为提升产品研发效率，提升研发项目管理规范化水平，企业部署应用 PLM 系统，对所有有效物料、BOM 及 2D 图纸进行统一管理。

物料需求计算。深圳柏斯曼电子科技有限公司主要从事电动牙刷研发生产业务，其原料采购涉及大量不同品类的通用件与定制件，为提升物料采购准确性与及时性，企业部署 ERP 物料需求计算模块进行材料核算。

工艺数字化管理。瑞德电子（深圳）有限公司主要从事专业音响、调音台、各种智能穿戴等多类型消费类电子产品研发、生产业务。为提升工艺设计效率，企业部署应用工艺管理系统，对工艺设计文档及数据进行结构化管理、数据共享、版本管理、权限控制和电子审批。

新型电子商务。深圳市刻锐智能科技主要从事家用、商用防盗报警器、智能wifi摄像机等产品研发生产业务。为拓展市场销路，提高销售能力，企业开展跨境电商业务，并基于运营管理平台对跨境电商业务进行精准化管理。

9. 日用化工领域中小企业转型场景

日用化工中小企业主要是指从事家居护理、清洁用品、化妆品等研发、生产、销售的中小企业。从经营模式上看，该类型中小企业过去多为代工生产企业，近年来在市场竞争不断加剧以及新型电商快速发展双重作用下，越来越多的代工中小企业选择建设自有品牌，并加强对产品研发的投入力度，满足更加精细化、多样化的消费需求。从生产工艺上看，该类型中小企业涉及搅拌混合、乳化、磨碎和分散、反应等精细化工工艺。因此日用化工中小企业数字化转型重点关注研发管理、新型电商销售等应用，同时在生产方面也更加关注对复杂化工工艺流程的标准化化管理，满足行业特殊的质量与安全合规要求。

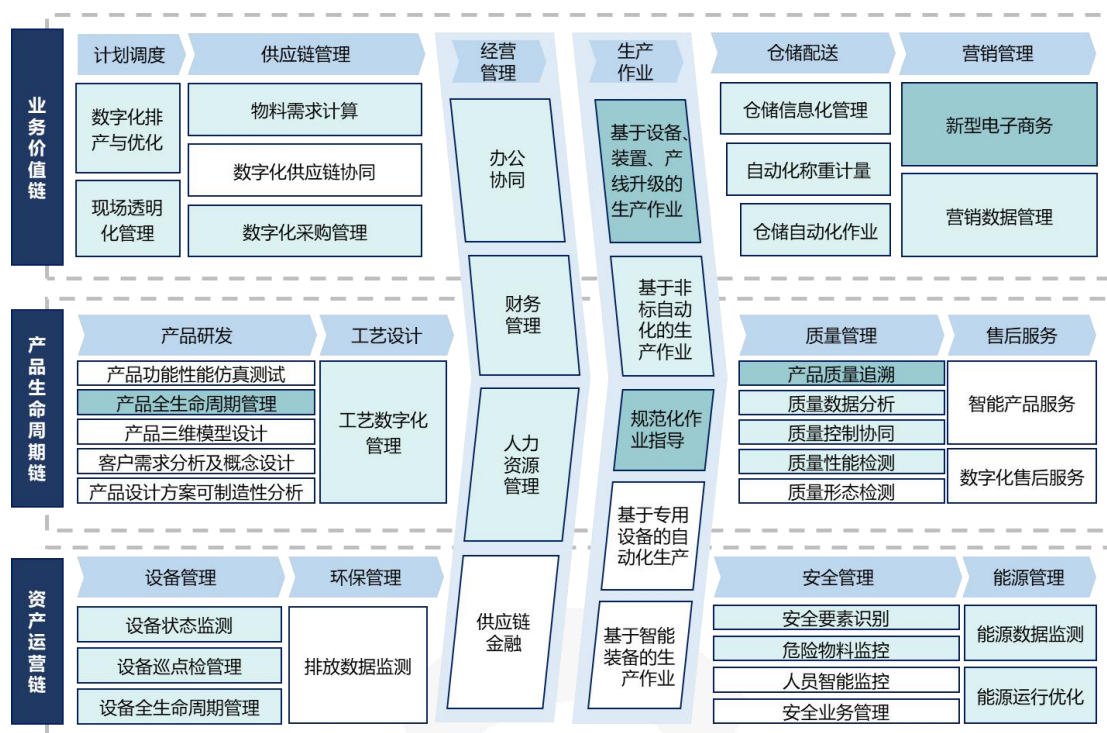


图 4-10 日用化工领域中小企业转型场景分布

规范化作业指导。某生物科技有限公司主要从事化妆品原料研制配方开发与加工生产，涉及原料称料、配制/乳化搅拌过程的投料和半成品制成，灌装，包装等工序。为提升生产作业精准化程度，企业部署了基于条码的投料监控系统，通过将原材料、周转桶、生产缸、配方工单等赋予条码，通过扫码指导配料、投料、加工等作业过程，防止多投、少投、错投。

产品全生命周期管理。广州某化妆品制造有限公司主要从事护肤品、精油等产品的研发与代工生产，为提升研发管理能力，企业部署了产品研发管理系统，对化妆品研发管理项目流程、产品配方、小试中试、上市流程以及合规检验等业务与数据进行统一管理，满足行业规范要求，提升新产品研发规范化水平。

新型电子商务。广州某日化企业主要从事洁面乳、沐浴露、面膜等多类型化妆品生产，是一家与诸多头部品牌深度合作的高端化

妆品 OEM/ODM 代加工供应链服务企业。为提升企业盈利能力，企业入驻抖音电商，打造自有品牌进行生产销售，来自于新型电商渠道的销售业绩占比超过 40%，助力企业走向价值链高端环节

质量数据追溯。广州某生物科技有限公司主要从事化妆品等代加工生产，为进一步提升质量管理能力，满足严格的行业管理要求，企业部署了精准称重、制造执行、质量管理等多类型数字化系统，通过手工填报、扫码录入等方式实现生产过程、质量检化验数据的全流程追溯。

基于设备、产线、装置升级的生产作业。佛山市某科技有限公司主要从事清洁剂、洗衣用品等产品生产。为提升精细化工装置生产控制能力水平，企业对装置进行 PLC 升级改造，并打通 MES 与现场控制、计重秤量系统，将 MES 中的工艺配方及设备参数自动下发到 PLC/DCS 系统中，减少人为控制调机。

10. 压缩机、泵、阀等设备制造中小企业转型场景

压缩机、泵、阀等设备制造中小企业主要从事最终设备成品的研发、生产与销售业务。从经营模式上看，该类型中小企业由于需要直接面向终端用户进行设备产品的交付，因此涉及到更多的产品售后服务工作，也面临更大的产品、服务创新压力。从生产工艺上看，设备产品相对复杂的功能结构导致产品关键部件加工、装配工序也更加多样。因此该类型中小企业数字化转型一方面关注对复杂生产过程的透明化管理，另一方面也关注提升产品研发与售后服务能力，提高企业市场核心竞争力。

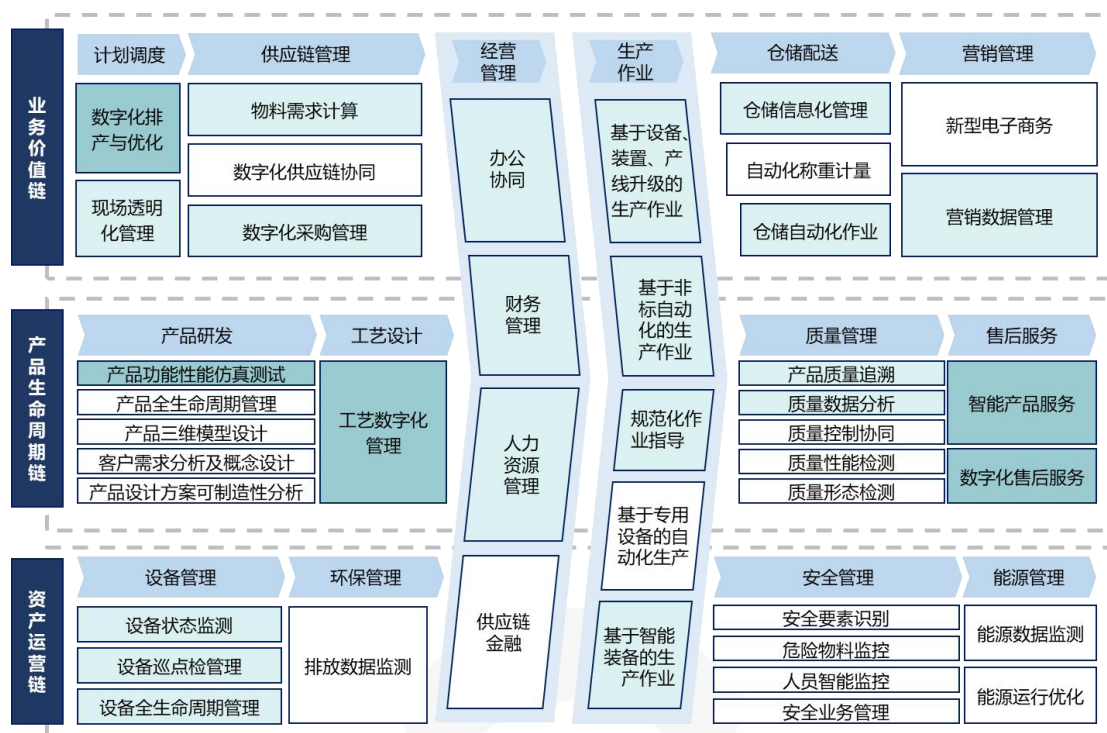


图 4-11 压缩机、泵、阀等设备制造领域中小企业转型场景分布

智能产品服务。成都安美科燃气技术股份有限公司主要从事燃气动力机组、燃气发电机组、燃气冷热电联产机组生产制造。为提升盈利能力，创新服务模式，该企业与物联网服务商深圳智物联打造网联智能产品，通过分析客户使用数据为客户提供运维保养服务，降低售后运维成本，提高客户粘性。

产品功能性能仿真测试。沈阳宝龙电机有限公司主要从事泵、阀门、压缩机及类似机械制造。为提升产品研发能力，企业应用旋转机械仿真云服务平台开发某超低比转速规格的泵水利模型，通过流体仿真结合物理实验优化产品设计，填补了企业在超低比转速泵领域的产品空白，云化流体仿真软件的应用方式也大大降低了企业一次性购置软件以及高性能计算硬件的部署成本。

工艺数字化管理。天津市达沃斯阀门有限公司主要从事闸阀、蝶阀、球阀等各类型阀门的设计、生产与工程安装业务，产品类型

多样。为进一步提升产品研发项目管理能力，企业部署 PDM 系统，对产品设计图纸进行统一管理，强化产品 BOM 与工艺 BOM 的对应程度，显著提升图纸管理的规范化水平，破解一物多码的问题，提高了设计可靠性与生产效率。

数字化售后服务。江苏大艺科技股份有限公司主要从事小型电动工具设计制造，为降低产品成本，提升服务质量，与中天互联合作，为电动工具产品打造产品二维标识码，用户可通过手机扫描二维码的形式查看产品说明书、销售和售后服务网点、质保期内维修和退换货一键申请等功能。

数字化排产与优化。青岛万成锚链有限公司主要从事锚链、链条及相关船舶配套产品、海上智能风电产品的研发、生产业务。为应对不断增多的小批量订单，提高生产作业柔性，企业联合徐工汉云建设部署 SAAS 化生产管控系统，自动完成从订单到工单的分解与调度排程优化，有效提升生产资源利用效率，保障订单按时交付。

（四）中小企业数字化转型场景建设实际情况

1. 从场景分布看，产业链上中下游中小企业转型场景各有侧重

产业链上游从事基础加工的中小企业，对于生产作业更加敏感。如众多从事金属来料加工、印刷电路板生产的中小企业，主要根据客户图纸进行小批量定制化生产制造，较少涉及自身产品的研发，市场营销主要依靠线下的业务关系，单纯的电商销售难以解决其营销问题，因此该类企业转型更多聚焦自动化升级等生产制造相关业务。**产业链中游从事零部件加工的中小企业，强化供应链协同与产品设计。**一方面随着产品结构的复杂度提升，产品的原材料种类与供应商不断丰富，另一方面中小企业需要和固定大型客户保持紧密

的业务合作关系，因此该类企业在关注生产制造的同时也具有更高的上下游供应链管控需求。与此同时部分生产复杂零部件的中小企业由于和大型企业具有紧密的战略合作关系，也会参与到客户的产品开发过程，在客户需求下进行一定程度的产品定制化开发，而非单纯绘制加工图纸。**产业链下游生产终端成品的中小企业还涉及营销与服务。**该类企业直接面向市场，具有更高的市场创新意识，同时产品结构的复杂性也提供了更大的创新空间，因此如日用化工、成衣服装等行业的领先中小企业会通过新型电商等方式拓展销售市场，压缩机等通用装备领先中小企业探索尝试推出智能产品并提供增值服务。与此同时由于产品结构更加复杂，生产工艺也更加多样，企业也具有更强的工艺管理需求，减少对工艺人员的依赖，提高面向复杂生产的工艺规划效率。

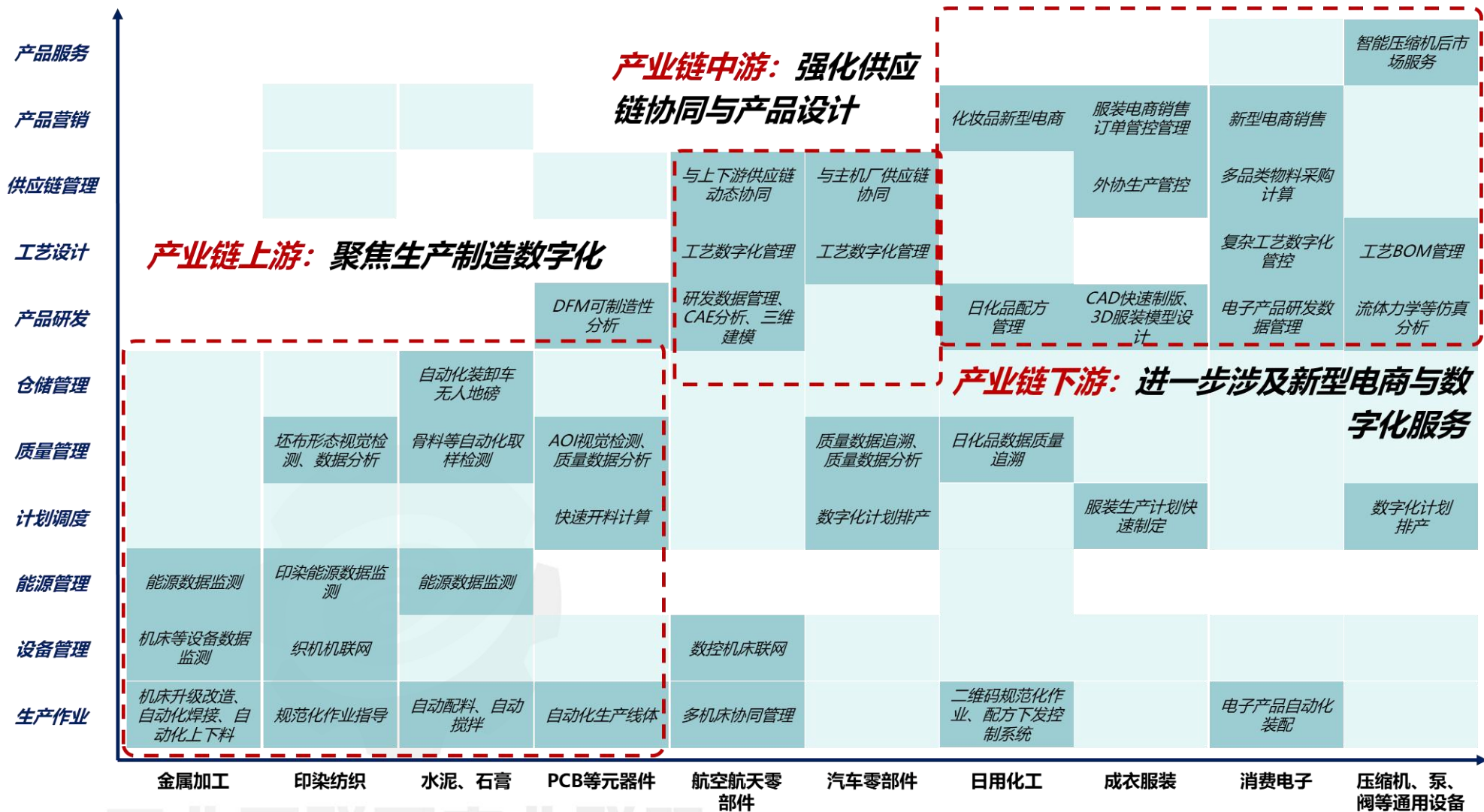


图 4-12 中小企业转型场景分布

2. 从场景结构看，生产、仓储透明化管控是当前重点共性领域

从调研情况看，尽管不同类型中小企业在具有差异化应用场景，涉及研产供销服等全产业链，但其中生产现场与仓储的透明化管控是当前阶段项目建设最为普遍，覆盖行业最为广泛的场景之一。这一方面是由于生产制造是制造业中小企业最核心的业务环节，掌握当前车间生产进度、质量情况等基本信息对于保障交付，控制成本都至关重要，另一方面相较于复杂的计划调度与高成本的自动化升级，开展生产现场的透明化管控成本更低，基于人工手动输入或基于条形码、二维码的低成本生产信息采集方式正快速普及，根据中国信通院一项对 2000 余家中小企业的问卷数据，近 40% 的中小企业正基于人工手动输入的方式开展数据采集，超过 20% 的中小企业正着手利用条形码、二维码等方式进行业务管控，而其中生产现场与仓储的透明化管理是最重要的应用领域。

透明化管控案例

广州市精东汽车配件有限公司主要从事摩托车零部件及配件的制造。为提升生产进度管理能力，提高人工薪资核算精准程度，企业部署黑湖小工单 APP，通过工人手机手工填报的方式掌控订单生产流转进度与工人每日工作量，显著提升精益管理水平。

唐山冶金锯片主要从事金属圆锯片生产制造工作。为加强生产现场管理能力，企业联合金蝶部署应用车间现场管控系统，通过移动终端设备填报工序汇报、生产领料、质量检验等信息，提高生产现场透明化水平，助力企业精准掌握生产进度、计件工资、成本消耗等数据。

深圳联合影像有限公司主要从事摄像模组、视觉方案、影像整机的研发、制造，为提升对生产现场的透明化管理水平，企业联合中国联通中讯研究院开展生产管理系统建设，利用条码系统动态采集生产现场数据，强化对生产进度的跟踪追溯，避免错误操作。

沈阳海为电力装备股份有限公司主要从事电气装备生产制造业务，为提升生产管理效率，企业联合沈阳鸿宇科技打造生产管理系统，工作人员通过手机扫描条形码的方式上报生产进度与关键工序质检数据，一方面显著提升生产作业规范化程度，另一方面助力管理人员实时掌控订单生产进度等基本数据。

3. 从场景演变看，营销、管理成新型人工智能赋能前沿阵地

传统人工智能技术在特定领域中小企业中已有相当规模应用实践，调研中发现，如简易自动光学检测、简易控制专家系统等基于预定规则，自学习能力较低的传统人工智能技术，在电子元器件、水泥建材等特定领域中小企业中并不鲜见。部分企业在机器视觉质检等场景中，也加速应用深度学习等技术进行功能升级。营销、管理等数据积累丰富、需求共性化程度高的业务环节，成为人工智能大模型等新技术在中小企业推广应用的前沿领域，如 2023 年以来阿里、京东等电商平台接连推出大模型服务，助力中小企业进行智能营销，其中阿里的 AI 外贸工具已有 1.2 万家企业订购使用，由 AI 发布的线上商品达到百万规模。又如 2023 年用友、金蝶等相继推出财务大模型，为中小企业提供财务问答等创新应用。与此同时，也有极少数领先的创新型中小企业，基于生物医药等专用大模型，探索开展智能研发设计。

五、中小企业数字化转型困难与挑战

尽管我国中小企业数字化转型快速发展，不同价值链地位、不同规模、不同行业中小企业涌现出重点典型转型案例，呈现出差异化的转型规律与特征，但总体来看仍有部分因素制约我国中小企业数字化转型的规模化发展。

数字化转型认知不足、解决方案供需对接不畅、缺乏数字化资金人才成为阻碍中小企业转型的重要因素。根据对 450 余家中小企业的问卷统计，约有 53% 的中小企业表示不了解数字化转型是什么，或并不清楚自身有什么问题可以通过数字化转型解决。约有 43% 的中小企业表示想开展数字化转型但找不到合适数字化解决方案。约有 32% 的中小企业表示缺乏支持进行数字化转型的资金预算。约有 31% 的中小企业表示员工对于数字化技术了解较少，无法支持数字化系统、设备的运维使用。

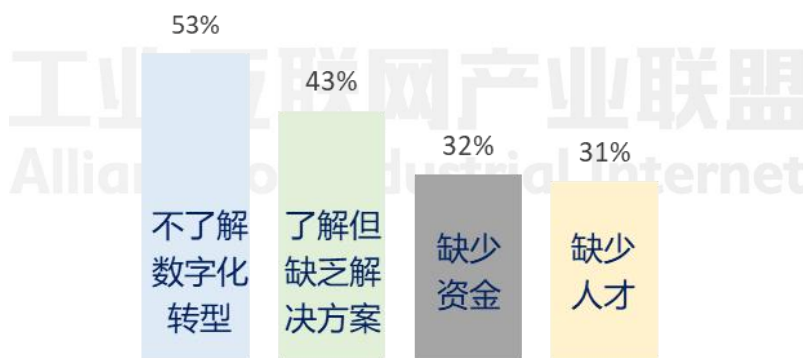


图 5-1 中小企业数字化转型问题挑战

阻碍微型企业转型的因素更加聚焦于前期认知问题。根据调查数据显示，随着企业规模的下降，存在数字化转型认知问题的企业比例逐渐提升，在微型企业中表示不了解数字化转型的占比约为 60%，在各类因素的占比最高，表示缺乏数字化转型资金与人才等进

阶需求的比例反而较低。阻碍中型企业转型的因素更加聚焦于中后期的资源缺乏问题。约有 63% 的中型企业表示难以找到合适自身的数字化解决方案，用于大型企业的定制化产品过于昂贵，用于小微企业的简易产品又难以满足中型企业相对复杂的转型需求。与此同时相对复杂的转型实施也意味着更高的资金投入与技术门槛，因此表示缺乏资金人才的中型企业比例也显著高于小微企业，而表示完全不了解数字化转型的中型企业比例则相对较低。

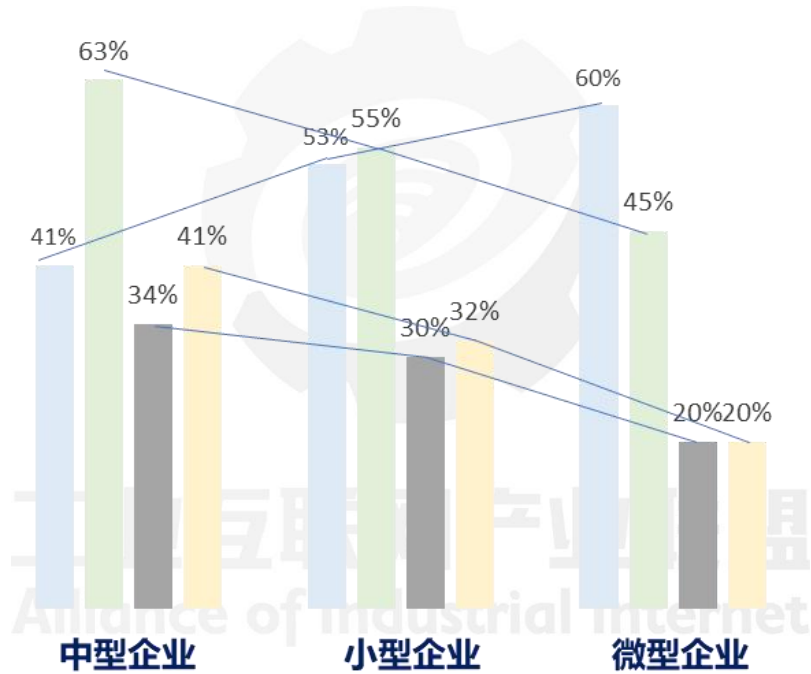


图 5-2 中小企业数字化转型问题挑战

网络与数据安全逐渐成为中小企业不得不面临的新型挑战。调研中显示近年来直接遭遇过勒索病毒问题，或了解到周围企业曾遭遇过网络与数据安全问题的案例并不少见，随着中小企业业务数字化程度的不断提高，加强网络与信息安全建设已经成为中小企业的必然选择。但从现实情况看大多数中小企业并不具备相关的专业素质，根据中国信通院对约 2000 家中小企业的问卷调研数据，约有

41%的中小企业未采取任何形式的网络与信息安全防护措施，仅有约23%的中小企业应用了专业化的安全产品或服务。一些中小企业沿用了几年，乃至十几年的财会等老旧信息化系统也缺乏进行安全防护升级的空间。

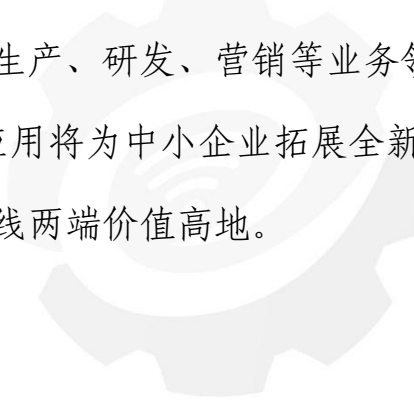
六、展望

从总体看，中小企业数字化转型在未来一段时间周期内仍将快速发展，且发展速度还将不断提升。根据技术扩散 S 曲线理论，技术推广将经历初始阶段、增长阶段和饱和阶段。初始阶段市场对技术不够了解，此阶段技术推广速度较低。增长阶段，更多的人开始意识到新技术的潜在价值，初期的用户已经证实了技术的可行性和效益，正面的网络效应（即用户越多，产品或服务的价值越大）会促使这一阶段技术扩散速度达到最快。在饱和阶段，市场上的大部分潜在用户都已采用这项技术，技术扩散速度逐渐放缓。当前我国中小企业数字化转型正处于初始阶段向增长阶段过渡时期，随着领先中小企业的转型效果逐渐显现，将快速带动更多中小企业开展转型活动，数字化转型也将由个体企业自发进行的选择性活动逐渐演变为行业整体共识。

从应用看，中小企业数字化转型业务领域还将进一步由经营管理等通用领域向生产制造、研发设计、营销销售等专用领域拓展。从实际调研情况看，我国中小企业在经营管理数字化方面已经具备良好基础，如 ERP、OA 等软件应用已经具备较高的覆盖率。随着全球制造业价值链正加速调整，我国产业升级步伐持续加速，单纯从事低端生产组装制造的中小企业将不得不面临来自新兴经济体的竞争压力，开展高水平、高质量的生产制造，提升产品创新能力已经成为我国中小企业未来发展的必然选择，在生产制造、研发设计、

营销销售等领域开展数字化转型，将成为中小企业应对竞争压力，提升核心竞争力的重要方式。

从技术看，人工智能等新型技术将在中小企业数字化转型中发挥越来越大的作用价值。从推广潜力上看，相较于其他技术，人工智能技术迭代周期更短，在模型训练成熟后，推广复制边际成本较低，同时技术与工业软件、工业互联网平台等其他技术的融合能力更强，导致其在中小企业中的推广扩散潜力更高。从价值创造上看，不同于一般数字化技术主要帮助中小企业进行基础的业务流程管理，人工智能技术将挖掘生产、研发、营销等业务领域数据的潜在价值，AI 研发、AI 营销等应用将为中小企业拓展全新业务价值边界，助力中小企业抢占微笑曲线两端价值高地。



工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet