

制造企业数字创新能力识别及选择方法研究

杨 涛

南京信息工程大学商学院, 江苏 南京

收稿日期: 2025年7月25日; 录用日期: 2025年8月8日; 发布日期: 2025年9月2日

摘 要

“数字创新能力”是近年来创新创业领域涌现出的新构念,是为了实现创新目标而对组织数字资源有效利用和部署的能力。本文以制造企业“智改数转”为研究对象,运用扎根理论方法,识别出制造企业数字创新能力要素,然后以竞优评析理论为基础,构建体现能力优势多样性特征的选择方法,最后以徐工集团选择创新试点为例,验证方法的科学性。研究表明,制造企业数字创新能力主要包括数字认知能力、智能分析能力和数据整合能力;选择方法以权重系数刻画能力优势特征,在认同个体差异基础上计算比较结果,最大限度集合整体优势,排序的结果有利于决策者多角度权衡。据此,研究结论不仅揭示数字创新能力的构成要素,构建选择方法,而且对制造企业在数智转型过程中管理数字能力、提升转型整合绩效具有启示意义。

关键词

数字创新能力, 数智转型, 创新能力, 选择方法

Identification and Selection Method for Digital Innovation Capability of Manufacturing Enterprises

Tao Yang

School of Business, Nanjing University of Information Science & Technology, Nanjing Jiangsu

Received: Jul. 25th, 2025; accepted: Aug. 8th, 2025; published: Sep. 2nd, 2025

Abstract

“Digital innovation capability” is a new concept emerging in the field of innovation and entrepreneurship in recent years, which refers to the ability to effectively use and deploy organizational

文章引用: 杨涛. 制造企业数字创新能力识别及选择方法研究[J]. 电子商务评论, 2025, 14(9): 286-296.

DOI: 10.12677/ecl.2025.1492913

digital resources in order to achieve innovation goals. This paper takes “intelligent transformation and number transformation” of manufacturing enterprises as the research object, use the grounded theoretical method to identify the elements of digital innovation ability of manufacturing enterprises, and then builds a selection method reflecting the diversity characteristics of capability advantages based on the competitive excellence evaluation theory. Finally, the selection innovation pilot of Xugong Group is taken as an example to verify the scientificity of the method. The research shows that the digital innovation ability of manufacturing enterprises mainly includes digital cognition ability, intelligent analysis ability and data integration ability. The selection method uses weight coefficient to describe the ability advantage characteristics, calculates the comparison results on the basis of the identification of individual differences, and sets the overall advantage to the maximum extent. Therefore, the research conclusions not only reveal the components of digital innovation capability and the construction and selection methods, but also have implications for manufacturing enterprises to manage digital capability and improve transformation integration performance in the process of digital intelligence transformation.

Keywords

Digital Innovation Capability, Digital Intelligence Transformation, Innovation Capacity, Selection Method

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

近年来,在《中国制造 2025》纲要和“十四五规划”推动下,制造企业智能化改造、数字化转型(“智改数转”)进程加快。例如,2022 年 3 月家电制造巨头美的完成对德国库卡的收购,引入工业机器人和智能化生产系统,江苏出台制造企业“智改数转”三年行动计划(2022~2024 年)[1]。然而,制造企业由于数字化基础和能力薄弱,缺乏部署、连接、聚合、重组等方面的技能,导致存在高失败率风险[2]。例如,2018 年普华永道全球数字化研究显示 90%的制造企业数字化转型失败;2021 年《中国企业数字化转型指数研究报告》表明 84%的中国企业数字化投入没有转化为经营绩效。

对此,李奉书等[3]指出缺失数字管理能力会造成竞争优势不足。刘洋和李亮[4]也认为制造企业数字创新能力成为“智改数转”成功的重要前提条件。现有研究从不同视角解释制造企业“智改数转”失败的成因。一是在研究视角方面,主要从技术、制度和层面解释制造企业“智改数转”失败,很少有从数字创新能力识别和选择等认知层面对此解释[5]。二是在研究对象方面,现有研究集中在先进制造企业的“智改数转”,对传统制造企业“数智转型”少有涉及,特别是传统装备制造企业升级改造的案例[6]。数字创新能力是组织合理配置数字资源的技能,用来实现“技术升级、模式创新、数据管理、智能分析”等目标的“跳板”[7]。为此,刘洋等[8]采用归纳方式对数字创新能力的内涵和结构进行了初步尝试,但是尚未解决制造企业数字创新能力构成要素以及选择方法的问题。

根据理论缺口和不足,本文将以制造企业“智改数转”为研究对象,运用扎根理论方法和大样本统计方法,识别出制造企业数字创新能力构成要素,随后以竞优评析理论为基础,在识别其能力特征基础上集成为整体特征,运用实际案例验证其科学性。本文主要理论贡献是识别制造企业数字创新能力构成要素,构建其选择方法,为解释制造企业“智改数转”失败的原因提供理论参考。

2. 相关研究基础

2.1. 制造企业“智改数转”失败的影响因素

影响制造企业“智改数转”失败的因素是多方面的。一是技术因素，已有成果表明，数字技术为制造企业提供转型的能力，特别是数字战略执行的能力[9]。数字技术体现在生产运营、供应链管理、组织学习、客户服务等业务和环节中，改变的是已有商业资源，将数字资产与商业模式结合，实现数字创新产出目标。二是组织条件。转型整合过程中组织人员数字技能不足是造成“数智转型”失败的重要诱因。同时，高层管理人员缺乏数字转型经验也是重要诱因，结果显示，同没有转型经验的制造企业相比，数字转型经验丰富的企业更能够捕捉数字技术机会，如海尔、格力等。最后，还有学者从创新创业、组织变革过程、权变等理论视角解释制造企业“智改数转”失败的原因。

2.2. 数字创新能力及选择方法

数字创新能力是组织对数字资源有效配置和组合，用以实现组织的创新目标[10]。数字创新能力满足三个特点，即重组性、核心性、动态性。重组性要求数字创新能力能够根据数字技术自生长和可以重新编程特征进行无限次的组合、搭配和匹配[11]，如构建“数字工厂”“虚拟工厂”等；核心性要求数字创新能力能够代表制造企业的本质特征，如数字创新能力的核心业务范围等[12]；动态性要求数字创新能力具有连续变化、适应环境以及自我更新的特点，调整数字资源的利用方式，实现数字化转型绩效[13]。这些特征进一步表明了数字创新能力对数字资源的运用技能，离不开有效的选择和评价方法支持。

近年来，学术界开始关注如何通过选择方法提升制造企业数字创新能力。研究表明，采用层次分析法确定指标权重，虽然能够确定个体之间的排序结果[14]，但是尚未解决“一刀切”“大一统”权重带来忽视个体差异的问题，与制造企业技术差异、条件不同、资源属性、人员技能差异相矛盾[15]。在现有的理论方法中，竞优评析理论中突出个体差异，从最有利于被评价对象角度确定排序结果，从各自发展的角度确定学习的标杆，评价的结果更有利于被评价对象接受和认同。

2.3. 简要评述及研究机会

第一，已有成果从不同视角对制造企业“智改数转”失败的原因进行了探讨，但集中关注在技术和组织层面，缺乏从数字创新能力识别与选择等认知层面的认识。第二，当前研究主要集中制造企业数字化转型能力评价体系构建，少有关数字创新能力识别以及评选，特别是如何通过数字创新能力选择来实现“智改数转”的强强联合。同时较少关注如何构建选择方法实现“技术、能力和优势互补”，导致制造企业“智改数转”困难重重。因此，本文试图识别出制造企业数字创新能力，在尊重个体差异的基础上，构建其选择方法，进而深化制造企业“智改数转”理论研究。

3. 研究设计

3.1. 研究方法

本文综合运用扎根理论方法和大样本实证确定制造企业数字创新能力构成要素。主要原因是：第一，现有研究对制造企业数字创新能力构成要素缺乏阐释，本文按照“由质性研究构建理论”范式[16]，通过现实生活中大量涌现的资料和信息来归纳出制造企业数字创新能力要素，用扎根理论方法最为合适。第二，扎根理论方法具有科学的操作步骤，能够充分发挥数据资料和研究者经验的优势，得到的结论贴近现实。第三，为了提升制造企业数字创新能力构成要素合理性的外部效度，运用大样本统计方法对数字创新能力构成要素进行检验，提升研究结果的普适性价值。

3.2. 数据来源

根据研究问题，本文以“智改数转”的制造企业为研究对象，按照三角验证的逻辑，编码的数据主要来自一手数据和二手资料。

一手数据。主要包括制造企业相关人员的访谈资料。在此过程中，用时近 1 年时间，对 24 名制造企业人员进行访谈，从高层管理人员到其他一线员工，整理文字约 15.4 万字，构建了原始数据资料库。具体情况如表 1 所示。

Table 1. Basic information of interviewees from manufacturing enterprises
表 1. 访谈制造企业相关人员基本信息

序号	访谈对象	人数	访谈总时长/分钟	访谈字数/万字
1	制造企业董事长	2	260	3.2
2	数据部总经理、首席数据官	5	190	1.2
3	信息管理部总经理	4	160	1.1
4	制造部经理	3	120	2.1
5	其他一线员工	10	350	7.8

(2) 二手资料。主要来自新闻稿、制造企业年度报告、网络视频、书籍、网络平台的期刊文章等。本文在搜集资料的过程中特别关注主流媒体的报道，选择《人民日报》作为新闻的主要来源。随后，扩大资料搜集范围，构建数据资料的文档库，便于后续的编辑和整理。具体情况如表 2 所示。

Table 2. Summary of external materials
表 2. 外部资料汇总

类型	名称	具体简介	数量
新闻稿	企业对外新闻稿	《人民日报》、《光明日报》、 百度新闻、企业官网	新闻稿 52 篇
年度报告	企业年度报告	制造企业近 5 年报告	整理文档 36 页
网络视频	百度视频、腾讯视频	媒体对企业的视频采访	整理文档 42 页
书籍	《数字化转型之路》、 《智能制造之路：数字化工厂》、《数转》案例介绍	关于制造企业数智转型的现状、	整理文档 35 页，约 4.5 万字
中国知网	中国学术期刊网络出版总库	全球数字出版平台	整理文档 56 页

3.3. 数据分析

为有效识别制造企业数字创新能力构成要素，遵循扎根理论方法的三步骤操作方法：

(1) 开放式编码。开放式编码包括概念化和范畴化。其中概念化就是将原始数据转变为数据标签，范畴化就是在概念基础上提炼和归纳，确定概念之间的聚类关系，得到数据标签 86 个，副范畴 27 个，例如管理者对制造企业“智改数转”的理解程度，包括数字技术看法、要素数字化、资源数字化，此类数据标签属于副范畴“数字化思维”；为了实现创新目标而对数字资源合理使用，包括设施数字化、系统化的战略、业务流程再造，此类数据标签属于副范畴“数字化资源配置”；对制造企业设备进行数字化改造，包括生产车间改造、设备更换、生产系统升级、采购系统优化，此类数据标签属于副范畴“智能化改造”。以此类推，聚合 86 个数据标签，形成 27 个副范畴。

(2) 主轴式编码。遵循逻辑关联的原则，按照“条件→互动策略→结果”的范式，确定范畴之间的联系，处理结果如表 3 所示。

Table 3. The result of the spindle type encoding
表 3. 主轴式编码确定的结果

序号	主范畴	副范畴之间的关系
1	管理者重视程度	数字化思维→数字化资源配置→智能化改造
2	数字化战略设计	企业战略规划→数据架构调整→辅助单元数字化
3	环境评估能力	数字技术威胁→数字资源扫描→数字资源编排
4	业务单元分析	数字技术应用→业务模块数字化→商业模式创新
5	流程数据分析	流程数字化设计→制造流程协同→数据管理变革
6	生产过程分析	生产技术数字化→经营与生产控制→生产模式创新
7	数据收集能力	业务数字化→数据采集和获取→多种数据来源
8	数据连接技能	系统数据接口→数据传递和对接→供应链效率提升
9	数据动态管理	数据更新技术→数据存储和升级→管理方式变革

(3) 选择式编码。根据以上确定的主范畴，进一步选择和归纳为核心范畴，识别出制造企业数字创新能力的构成要素。具体而言，“数字认知能力”包括管理者重视程度、数字化战略设计和环境评估能力；“智能分析能力”包括业务单元分析、流程数据分析和生产过程分析；“数据整合能力”包括数据收集能力、数据连接技能和数据动态管理。至此，制造企业数字创新能力构成要素由 3 个维度 9 个观测点的要素体系构成。处理结果如表 4 所示。

Table 4. Elements identified by the digital innovation capabilities of manufacturing companies
表 4. 制造企业数字创新能力识别出的要素

序号	核心范畴	主范畴
1	数字认知能力	管理者重视程度(f_{11})
		数字化战略设计(f_{12})
		环境评估能力(f_{13})
2	智能分析能力	业务单元分析(f_{21})
		流程数据分析(f_{22})
		生产过程分析(f_{23})
3	数据整合能力	数据收集能力(f_{31})
		数据连接技能(f_{32})
		数据动态管理(f_{33})

4. 制造企业数字创新能力选择方法构建

4.1. 指导思路和步骤

数字创新能力选择方法具体操作步骤：第一，制造企业数字创新能力特征识别。第二，制造企业数

字创新能力特征比较评价。第三, 综合选择评价。

4.2. 制造企业数字创新能力特征识别

假定制造企业数字创新能力的指标有 m 个维度, 为 $F = (f_1, f_2, \dots, f_m)$, 在制造企业选择数字创新能力合作者或试点单位过程中包含 n 个对象, 为 $e = (E_1, E_2, \dots, E_n)$ 。其中观测值 f_{ij} ($i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m$) 表示企业 E_i 在指标 f_j 中的测量值。同时采用目标管理的原则, 选用距离函数构建制造企业数字创新能力特征识别模型, 具体表达式如下:

$$d(f_i, f^*) = \sqrt{\sum_{j=1}^m w_j^2 (f_{ij} - f_j^*)^2} \quad (1)$$

式(1)中 $d(f_i, f^*)$ 为基于权重 w 的企业 E_i 和数字创新能力理想目标之间距离值, f_j^* 表示数字创新能力的目标值, 通常为制造企业管理者期望达到的状态。 $w = (w_1, w_2, \dots, w_m)^T$ 表示权重系数集合, 用来刻画数字创新能力特征。距离值 $d(f_i, f^*)$ 越小, 表明越能够达到组织管理者的目标。当观测值 f_{ij} 和目标值 f_j^* 确定的情况下, 通过权重系数来刻画, 具体表达式为:

$$\begin{aligned} \min_w d_i^2(f_i, f^*) &= \sum_{j=1}^m w_{ij}^2 (f_{ij} - f_j^*)^2 \\ \text{s.t. } \sum_{j=1}^m w_{ij} &= 1; w_{ij} \geq 0, i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m \end{aligned} \quad (2)$$

式(2)中最优解为 $w_i = (w_{i1}, w_{i2}, \dots, w_{im})^T$, 可以表示企业 E_i 的数字创新能力特征, 即权重值越大, 表明其具备的能力特征越明显, 越受到认可, 权重值越小, 具备的显著特征不明显。当 $f_{ij} = f_j^*$ 时, 表明制造企业数字创新能力达到了理想状态, 对应的多个权重系数求和为 1, 单项为其平均值, 其他的权重系数则为 0。当 $f_{ij} \neq f_j^*$ 时, 采用拉格朗日乘子法, 具体表达式为:

$$L = \sum_{j=1}^m w_{ij}^2 (f_{ij} - f_j^*)^2 + 2\lambda \left(1 - \sum_{j=1}^m w_{ij} \right) \quad (3)$$

分别对 w_{ij} 和 λ 求偏导数, 最优解权重系数表达式为:

$$\begin{aligned} w_{ij} &= 1 / \left[(f_{ij} - f_j^*)^2 \sum_{j=1}^m \frac{1}{(f_{ij} - f_j^*)^2} \right] \\ i &= 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m \end{aligned} \quad (4)$$

式(4)中权重系数 w_{ij} 越大, 代表的能力特征越显著。不难看出, 识别出的制造企业数字创新能力特征具有客观性和自主性, 更能体现出其具备的多样性特点。

4.3. 制造企业数字创新能力特征比较评价

在识别制造企业数字创新能力特征之后, 从个体自身最有利于发展的角度进行比较和对比, 即从最有利于企业 E_i 的角度, 对企业 E_h 进行比较评价, 数学表达式为:

$$\begin{aligned} y_{ih}(f_h, f^*) &= \sqrt{\sum_{j=1}^m w_{ij}^2 (f_{hj} - f_j^*)^2} \\ i &= 1, 2, \dots, n; h = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m \end{aligned} \quad (5)$$

式(5)的距离值 $y_{ih}(f_h, f^*)$ 越小, 表明从自身角度出发的计算结果越好, 体现的是制造企业数字创新

能力个性化特征的体现，也是从自身发展视角给出的决策意见，为整体意见的集结提供基础。

4.4. 综合选择评价

制造企业数字创新能力比较评价，类似于“民主意见”，是从个体出发。据此，从突出制造企业整体能力的视角对各个对象的评价信息进行集结，数学表达式为：

$$\begin{aligned} \min_w \sum_{h=1}^n d_h^2(y_h, y^*) &= \sum_{h=1}^n \sum_{i=1}^n \rho^2 (y_{ih} - y^*)^2 \\ \text{s.t. } \sum_{i=1}^n \rho &= 1; \rho \geq 0; h = 1, 2, \dots, n; i = 1, 2, \dots, n \end{aligned} \quad (6)$$

式(6)中 y^* 为数字创新能力整体的目标结果， y_{ih} 是企业 E_h 在企业 E_i 角度下的比较结果， ρ 是评价信息整合时企业 E_i 的权重系数。当 $\sum_{h=1}^n (y_{ij} - y^*)^2 \neq 0$ ，采用拉格朗日乘法，计算表达式为：

$$\rho = 1 / \left[\sum_{h=1}^n (y_{ij} - y^*)^2 \sum_{i=1}^n \frac{1}{\sum_{h=1}^n (y_{ih} - y^*)^2} \right] \quad (7)$$

根据式(7)，获得了多个制造企业整体的权重系数，随后对其集成，确定多个制造企业数字创新能力的最终评价结果，数学表达式为：

$$\begin{aligned} y_h &= 100 \times \left[1 - \sqrt{\sum_{i=1}^n \rho^2 (y_{ih} - y^*)^2} \right] \\ i &= 1, 2, \dots, n; h = 1, 2, \dots, n \end{aligned} \quad (8)$$

式(8)表明，最终计算结果 y_h 越大，排名越优，越符合目标管理的要求。

5. 案例应用

徐工集团为了提升“集团数字化管控能力”，通过数据驱动多个部门实现效率提升，构建了徐工集团混合云管理中心。为了承接“加快智能制造升级，打造智能化企业”的战略目标，满足技术创新优势需求，需要对全面预算项目(E1)、MES 项目(E2)、SCADA 项目(E3)、智能供应链项目(E4)、备件协同管理平台(E5)、全球物联网平台(E6)和营销管控平台(E7)开展数字化建设，选择数字创新能力优化和提升的方向。之所以选取该应用场景，原因是徐工集团作为中国工程机械行业领跑者，传统信息化难以解决业务协同创新的难点，通过开展“数字化管控能力”提升项目，从数字创新能力的角度塑造新型竞争力，全面提升数字化、智能化水平。

5.1. 数据收集

为了完成对 7 个子技术系统升级，寻找试点突破的方向，“集团数字化管控能力”领导小组按照上文构建的制造企业数字创新能力指标体系，对 7 个子系统负责人陈述、项目阶段成果、项目开展的汇报等资料进行主观评价打分。同时采用 10 分制规则，即 1 分最低，10 分最高，采用算术平均值的形式，原始观测数据如表 5 所示。

5.2. 数据处理

由于原始观测值为统一量纲，不需要进行标准化处理。根据式(2)、式(3)和式(4)，确定制造企业数字

创新能力多样性的特征，计算结果如表 6 所示。

Table 5. The original observations of the digital innovation ability of sub-project E₁~E₇
表 5. 子项目 E₁~E₇ 数字创新能力原始观测值

子系统	f_{11}	f_{12}	f_{13}	f_{21}	f_{22}	f_{23}	f_{31}	f_{32}	f_{33}
E ₁	8.6	8.7	8.6	9.1	8.6	8.3	8.4	7.6	8.9
E ₂	8.5	9.5	8.3	8.8	9.5	7.8	7.9	8.5	6.5
E ₃	7.6	9.8	8.4	9.3	7.8	9.3	8.5	8.3	8.7
E ₄	9.5	8.8	8.5	9.1	9.1	8.6	7.7	7.8	8.6
E ₅	7.6	8.2	8.6	9.2	8.8	7.6	7.7	8.4	9.2
E ₆	8.9	8.5	8.3	9.1	6.5	8.8	8.7	8.9	9.1
E ₇	9.1	8.1	8.3	8.9	7.6	8.9	6.8	7.9	8.8

Table 6. Individual characteristics of digital innovation capabilities of 7 subsystems of XCMG
表 6. 徐工集团 7 个子系统数字创新能力个体特征

企业	f_{11}	f_{12}	f_{13}	f_{21}	f_{22}	f_{23}	f_{31}	f_{32}	f_{33}
E ₁	0.100	0.116	0.100	0.242	0.100	0.068	0.077	0.034	0.162
E ₂	0.043	0.383	0.033	0.066	0.383	0.020	0.022	0.043	0.008
E ₃	0.006	0.800	0.013	0.065	0.007	0.065	0.014	0.011	0.019
E ₄	0.443	0.077	0.049	0.137	0.137	0.057	0.021	0.023	0.057
E ₅	0.031	0.055	0.092	0.281	0.125	0.031	0.034	0.070	0.281
E ₆	0.132	0.071	0.055	0.197	0.013	0.111	0.094	0.132	0.197
E ₇	0.263	0.059	0.074	0.176	0.037	0.176	0.021	0.048	0.148

根据式(5)，从最有利于徐工集团内部各自子系统提升的角度，分别进行比较和评价，计算结果如表 7 所示。

Table 7. Comparative evaluation results of digital innovation capability from the perspective of different subsystems
表 7. 不同子系统视角下的数字创新能力比较评价结果

排序	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	E ₆	E ₇
E ₁	0.443	0.718	0.474	0.445	0.501	0.530	0.569
E ₂	0.747	0.309	0.859	0.590	0.843	1.463	1.182
E ₃	1.049	0.439	0.179	0.968	1.451	1.205	1.525
E ₄	0.685	0.735	1.117	0.333	1.104	0.715	0.577
E ₅	0.497	1.064	0.540	0.535	0.424	0.600	0.608
E ₆	0.533	0.846	0.518	0.529	0.577	0.399	0.571
E ₇	0.556	0.800	0.702	0.421	0.800	0.463	0.461

最后，进行综合选择评价。由于不同子系统的比较评价结果是越小越优，目标值应该设置为 0，据此

从 7 个子系统整体的视角，确定数字创新能力的特征。根据式(6)和式(7)，从整体的立场出发，对应的 7 个子系统的权重向量为(0.054, 0.006, 0.003, 0.011, 0.026, 0.038, 0.030)。随后，根据式(8)，求得每个子系统对应的结果，按照值越大越优的原则进行排序，最终结果和排序如表 8 所示。

Table 8. Calculation results and ranking of digital innovation capability characteristics of 7 subsystems of XCMG
表 8. 徐工集团 7 个子系统数字创新能力特征计算结果及排序

排序	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	E ₆	E ₇
y_h 结果	77.84	66.73	74.96	79.90	72.74	75.49	74.43
排序	2	7	4	1	6	3	5

5.3. 结果讨论

(1) 据表 4，7 个子系统数字创新能力表现出多样性特征。按照特征值越大个性化越明显的原则，如以子系统 E1 为例，在业务单元分析(f_{21})、数据动态管理(f_{33})和数字化战略设计(f_{12})三个方面具有明显的个性化特点；而又如子系统 E2，在流程数据分析(f_{22})、数字化战略设计(f_{12})和业务单元分析(f_{21})三个方面具有显著特点，其他的子系统以此类推。这表明，通过权重刻画制造企业数字创新能力多样性特征，符合实际“智改数转”的需要，有助于增强决策合理性。

(2) 据表 5，按照比较结果值越小排名越优的原则，从各自最有利于的视角确定排序结果。其中：子系统 E1~E7 均将自己排在了第一位；排在前三位子系统 E1 出现了 7 次，子系统 E2 是 1 次，子系统 E3 是 2 次，子系统 E4 是 1 次，子系统 E5 是 2 次，子系统 E6 是 5 次，子系统 E7 是 3 次。由此看来，从最有利于各自的角度确定的结果往往将自己排在前列，得到的排序结果更有利于从“心理”上接受结果，确定学习的榜样和标杆。同时，综合表现较优的子系统往往排名也靠前，如子系统 E1 的数字创新能力优势均衡，即使从各个子系统角度评价，也会将其排在前三名。

(3) 据表 6，采用百分制，分值越高其数字创新能力越强。从徐工集团整体子系统的角度出发，子系统 E4 最优，得分为 79.90 分；最终的排序结果为子系统 E4 > 子系统 E1 > 子系统 E6 > 子系统 E3 > 子系统 E7 > 子系统 E5 > 子系统 E2。据此，以子系统智能供应链项(E4)作为试点突破口，持续强化其数字创新能力，形成学习标杆。

6. 结论与讨论

6.1. 研究结论

本文围绕制造企业“数智转型”这个中心，从“能力多样性”视角识别其数字创新能力和构建选择方法，得到以下结论：(1) 从能力多样性视角看，数字创新能力及其选择方法是克服制造企业“智改数转”失败的重要途径。(2) 制造企业数字创新能力由数字认知能力、智能分析能力和数据整合能力构成，其目标是整合技术因素和组织条件，消除制造企业“智改数转”过程中的能力劣势。(3) 制造企业数字创新能力选择方法是在个体特征识别基础上，从最有利于自身角度比较评价和综合选择评价，兼顾个体和整体两方立场，“上下结合”确定排序结果。

6.2. 理论贡献

本文的理论贡献主要有：(1) 本文识别出制造企业数字创新能力三个维度九个子要素的指标，细化了制造企业数字创新能力的构成要素。(2) 本文认同被评价对象个体之间的差异、数字创新能力多样性特点，采用权重刻画其特征，在识别个体特征基础上进行比较和综合选择，避免了“一刀切”带来的弊端。(3)

本文从制造企业数字创新能力识别及选择方法机制视角探析其“智改数转”的具体策略和过程，契合转型过程中“如何转、怎么转”的现实需要，增强转型的效果。

6.3. 管理启示

在实践意义方面，具体而言：(1) 凝练已有能力。考虑已有能力存在模糊、能力重叠或冲突的情况，明确现有系统之间的能力特征，构建有效的能力发挥机制。(2) 引进外部能力。面对制造企业能力不足的挑战，吸引外部优势资源，形成多种资源引入渠道。(3) 探索共享能力。探索形成“不为我所有、但为我所用”的机制，形成全方位、全过程和全成员的数字创新氛围，制造企业数字中台、数据共享中心、数字中介机构等主体发挥协同作用，共享数字创新成果。

6.4. 局限性

首先，本文在研究情境方面存在局限性。本文主要探析了制造企业在“智改数转”过程中如何识别数字创新能力和构建其选择方法，侧重静态现状的描述，但制造企业“智改数转”是一个动态的过程，每个阶段对应的数字创新能力会存在差异，未来可以对制造企业数字化转型的过程进行分类，分阶段识别其关键数字创新能力，明确其每个阶段转型的重点。其次，本文以徐公集团的应用场景来验证此识别方法具有较强的科学性和应用价值，但该模型在中小企业以及轻工制造业等其他差异显著的行业直接应用时，可能因存在适用边界限制而需要作出调整。未来可以进一步引入多案例验证，充分考虑企业规模特征以及行业特性，来提升该模型的普适性与实践指导意义。

参考文献

- [1] 李曦珍, 宋锐. 全球信息技术应用的数智化转型[J]. 甘肃社会科学, 2021(6): 188-197.
- [2] 魏江, 刘嘉玲, 刘洋. 数字经济学: 内涵、理论基础与重要研究议题[J]. 科技进步与对策, 2021, 38(21): 1-7.
- [3] 李奉书, 徐莹婕, 杜鹏程, 等. 数字经济时代下联盟管理能力对企业颠覆性技术创新的影响——知识流动的中介作用与知识重构能力的调节作用[J]. 科技进步与对策, 2022, 39(4): 80-90.
- [4] 刘洋, 李亮. 制造企业数字化转型: 全球视角与中国故事[J]. 研究与发展管理, 2022, 34(1): 1-7.
- [5] Firk, S., Hanelt, A., Oehmichen, J. and Wolff, M. (2021) Chief Digital Officers: An Analysis of the Presence of a Centralized Digital Transformation Role. *Journal of Management Studies*, 58, 1800-1831. <https://doi.org/10.1111/joms.12718>
- [6] Raffaelli, R. (2019) Technology Reemergence: Creating New Value for Old Technologies in Swiss Mechanical Watchmaking, 1970-2008. *Administrative Science Quarterly*, 64, 576-618. <https://doi.org/10.1177/0001839218778505>
- [7] Annarelli, A., Battistella, C., Nonino, F., Parida, V. and Pessot, E. (2021) Literature Review on Digitalization Capabilities: Co-Citation Analysis of Antecedents, Conceptualization and Consequences. *Technological Forecasting and Social Change*, 166, Article 120635. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.120635>
- [8] 刘洋, 应震洲, 应瑛. 数字创新能力: 内涵结构与理论框架[J]. 科学学研究, 2021, 39(6): 981-988.
- [9] 黄东兵, 王灵均, 周承绪, 等. 制造企业人工智能创新如何赋能高质量发展——来自中国上市公司的经验证据[J]. 科技进步与对策, 2022, 39(8): 110-120.
- [10] 刘洋, 董久钰, 魏江. 数字创新管理: 理论框架与未来研究[J]. 管理世界, 2020, 36(7): 198-217.
- [11] 李小青, 李秉廉, 何玮萱, 等. 基于扎根理论的企业数字化创新形成路径——一个多案例研究[J]. 科技进步与对策, 2022, 39(6): 117-126.
- [12] 朱秀梅, 刘月. 企业数智转型能力形成机理——基于海尔集团“知行合一”的单案例研究[J]. 经济管理, 2021, 43(12): 98-114.
- [13] 应瑛, 张晓杭, 孔小磊, 等. 制度视角下的制造企业数字化转型过程: 一个纵向案例研究[J]. 研究与发展管理, 2022, 34(1): 8-20.
- [14] 陈畴镛, 许敬涵. 制造企业数字化转型能力评价体系及应用[J]. 科技管理研究, 2020, 40(11): 46-51.

- [15] 刘宏涛, 赵希男, 荆浩, 等. 多方评价主体与客体共同参与的竞优评价方法[J]. 统计与决策, 2021, 37(14): 177-181.
- [16] 黄诗童, 赵希男, 周岩. 面向动态评价的长效机制及其构建研究[J]. 中国管理科学, 2022, 30(5): 180-191.