

การศึกษาจำลองความสอดคล้องระหว่างความสามารถในการค้นหาเชิงดิจิทัล กับโครงสร้างองค์กร:  
การวิเคราะห์ระบบซับซ้อนบนพื้นฐานแบบจำลอง NK

Simulation Study on the Match between Digital Search Capability and Organizational  
Structure: An NK Model Approach

数字化搜索能力与组织架构匹配的仿真研究  
——基于 NK 模型的复杂系统分析

อู๋ หมิงเซียง Wu Mingxiang 吴明翔<sup>1</sup>

ฉาง จวินหมิน Chang Chunming 张俊民<sup>2</sup>

กู่ ลั่วลั่ว Gu Luoluo 顾落落<sup>3</sup>

บทคัดย่อ

การเปลี่ยนแปลงสู่ดิจิทัลกลายเป็นประเด็นหลักของกลยุทธ์องค์กร แต่โครงการดิจิทัลประมาณ 70% ไม่บรรลุเป้าหมายสาเหตุหลักคือ ความไม่สอดคล้องระหว่างความสามารถทางเทคโนโลยีและโครงสร้างองค์กร

งานวิจัยนี้นิยมการเปลี่ยนแปลงสู่ดิจิทัลเป็นการเปลี่ยนแปลงกลยุทธ์การค้นหาบนภูมิทัศน์สมรรถภาพ โดยใช้แบบจำลอง NK สร้างกรอบการทดลองเชิงคำนวณเพื่อศึกษาความสัมพันธ์แบบไดนามิกระหว่างความซับซ้อนของสภาพแวดล้อม (K) รัศมีการค้นหาเชิงดิจิทัล (d) และโครงสร้างการกำกับดูแล(รวมศูนย์/กระจายอำนาจ) จากการจำลอง Monte Carlo 500 ครั้ง ใน 3 ชุดการทดลองพบว่า

- (1) ผลตอบแทนส่วนเพิ่มของการค้นหาเชิงดิจิทัลเพิ่มขึ้นตามความซับซ้อนของสภาพแวดล้อม
- (2) ในสภาพแวดล้อมที่ซับซ้อนสูงโครงสร้างแบบรวมศูนย์ที่มี d สูงมีประสิทธิภาพเหนือกว่าแบบกระจายอำนาจอย่างมีนัยสำคัญและ
- (3) ภายใต้แรงกระแทกจากสภาพแวดล้อมแบบไดนามิกองค์กรแบบรวมศูนย์ที่มี d สูงแสดงความสามารถ

<sup>1</sup> นักศึกษาหลักสูตรบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต สาขาบริหารธุรกิจ (หลักสูตรภาษาจีน) วิทยาลัยนานาชาติไทย-จีน เพื่อการจัดการมหาวิทยาลัยหอการค้าไทย , Master's Student in Master of Business Administration (Business Administration ),Thai-Chinese International School Of Management, University of the Thai Chamber of Commerce , 泰国商会大学, 泰-中国际管理学院,工商管理硕士研究生

<sup>2</sup> วิทยาลัยนานาชาติไทย-จีนเพื่อการจัดการ, มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย,มหาวิทยาลัยหมิงฉวน ,Thai-Chinese International School Of Management, University of the Thai Chamber of Commerce, Ming Chuan University, 泰-中国际管理学院, 泰国商会大学, 铭传大学

<sup>3</sup> วิทยาลัยนานาชาติไทย-จีนเพื่อการจัดการ, มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย,มหาวิทยาลัยหมิงฉวน ,Thai-Chinese International School Of Management, University of the Thai Chamber of Commerce, Ming Chuan University, 泰-中国际管理学院, 泰国商会大学, 铭传大学

ในการปรับตัวที่ดีที่สุดที่ส่งผลการศึกษาท้าทายสมมติฐานที่ว่าดิจิทัลจำเป็นต้องนำไปสู่การแบนราบขององค์กร

**คำสำคัญ:** การเปลี่ยนแปลงสู่ดิจิทัล; แบบจำลอง NK; ภูมิทัศน์สมรรถภาพ; โครงสร้างองค์กร; การสำรวจ-การใช้ประโยชน์; การทดลองเชิงคำนวณ

## Abstract

Does digitalization always call for decentralization? We address this question through a computational experiment based on the NK fitness landscape model. Digitalization is operationalized as the search radius  $d$  (Hamming distance an agent can explore per step), while organizational structure is modeled as centralized (single-agent global optimization) versus decentralized (two-agent sequential local optimization). Across 500 Monte Carlo replications per condition ( $N=12$ ;  $K \in \{0, 4, 8\}$ ;  $d \in \{1, 2, 3\}$ ), three findings emerge. First, digital search yields increasing marginal returns as environmental complexity ( $K$ ) rises. Second, centralization increasingly outperforms decentralization as  $d$  grows—the gap reaches 10.7 percentage points of normalized fitness at  $K=8$ ,  $d=3$  ( $p<0.001$ ). Third, under periodic landscape shocks, centralized high- $d$  firms recover fastest. These results challenge the popular “digital  $\Rightarrow$  flat” hypothesis and suggest that in highly coupled industries, digital investment should be paired with strong central coordination.

**Keywords:** Digital transformation; NK model; Fitness landscape; Organizational structure; Exploration-exploitation; Computational experiment

## 摘要

数字化转型已成为企业战略核心议题，然而约 70% 的数字化项目未能达到预期目标，根源在于技术能力与组织架构的错配。本研究将数字化转型概念化为企业在适应度景观上搜索策略的根本变革，利用 NK 模型构建计算实验框架，系统考察环境复杂度 ( $K$ )、数字化搜索半径 ( $d$ ) 和治理结构（集权/分权）的动态匹配关系。通过 500 次蒙特卡洛模拟的三组实验发现：（1）数字化搜索的边际收益随环境复杂度递增， $K = 8$  时  $d$  从 1 增至 3 使集权结构归一化适应度提升 9.1 个百分点 ( $p < 0.001$ )；（2）集权与分权的绩效差距随数字化程度急剧扩大 ( $K = 8$  时  $\Delta$  从 0.046 增至 0.107)，分权结构在  $d = 3$  时反而出现收益递减；（3）动态景观冲击实验中，集权+高  $d$  组合展现出最强的环境适应能力。本研究

揭示了”数字化必然导致组织扁平化”这一假设的条件依赖性。

**关键词：** 数字化转型；NK 模型；适应度景观；组织架构；探索 - 利用；计算实验

## 1. 引言

### 1.1 研究背景

数字化转型已成为当代企业发展的核心议题。自 20 世纪 90 年代以来，企业数字化从最初的”降本增效”工具视角逐步演变为”认知重构”的决策视角。早期实践聚焦于 ERP 等自动化流程，而随着大数据与人工智能的兴起，数字化已转变为重塑组织决策范式的核心力量。

尽管如此，大量企业在转型”深水区”遭遇挫折。麦肯锡的报告指出约 70%的数字化项目未达预期商业目标。核心矛盾在于：企业虽投入巨资引入先进技术，却因组织架构的路径依赖性和结构刚性难以将资源有效转化为能力。柯达公司的案例极具警示意义——尽管 1975 年便发明了数码相机，但高度分权的组织结构使新技术始终无法被有效吸收。这类”技术能力”与”组织架构”的系统性错配在复杂商业环境中尤为致命，会导致严重的组织内耗与决策瘫痪。

### 1.2 研究问题

基于上述现实困境，本研究提出三个核心问题：

**RQ1（环境适应性）：** 在不同复杂度的业务环境中，数字化搜索能力的增强对企业绩效存在何种非线性影响？

**RQ2（结构匹配性）：** 在高强度数字化搜索策略下，集权与分权哪种治理结构更能规避”局部最优陷阱”？其适用边界如何？

**RQ3（动态鲁棒性）：** 面对剧烈震荡的外部环境，具备更强搜索能力的企业是否展现出更优越的适应能力？

### 1.3 研究贡献

本研究的贡献体现在三个层面。第一，在理论视角上，将数字化转型从 IT 资产视角重构为”搜索策略变革”视角，深化了对数字化本质的理论认知。第二，在方法上，将数字化能力定义为 NK 模型中的”搜索半径”参数，克服了传统实证研究难以捕捉动态演化过程的局限。第三，在实践上，揭示了高耦合环境中数字化与集权结构的匹配关系，挑战了”数字化必然导致扁平化”的传统假设，为管理者提供了基于行业复杂度的转型诊断框架。

## 2. 文献综述

数字化转型研究经历了三个理论阶段。第一阶段以资源基础观（RBV）为核心（Barney, 1991），认为数字化资产构成竞争优势来源。这一视角随着数字技术普及而显现局限——当所有竞争者都拥有相似基础设施时，技术资源本身不再构成差异化来源。

第二阶段以动态能力理论为代表。Teece（2007）的“感知 - 抓取 - 转化”框架强调持续更新资源配置的能力。Vial（2019）的文献综述指出数字化转型需要组织能力的系统性重构。国内学者戚聿东与肖旭（2020）从数字经济视角分析了企业管理变革的多层面机制，强调组织架构与数字技术的协同演化是转型成功的关键条件。但动态能力框架对“能力更新在不同环境复杂度下的具体作用机制”缺乏精细刻画。

第三阶段可称为“搜索策略变革”视角，植根于 Simon（1955）的有限理性假设和 March（1991）的探索 - 利用理论。Simon 指出管理者面临的核心挑战是有限认知能力下的信息处理与决策优化，这一洞见为理解数字化如何改变组织“搜索边界”奠定了微观基础。March 进一步提出，组织学习的核心张力在于利用现有知识的效率与探索新可能性之间的平衡。数字化技术的实质作用正是拓展企业在策略空间中的搜索半径，降低远距离探索的成本。Coase（1937）的交易成本理论则暗示，技术在降低外部交易成本的同时可能增加内部协调成本，因此数字化对组织结构的影响并非单向扁平化，而是条件依赖的。陈春花与朱丽（2020）在讨论数字化时代的组织管理时也指出，数字化转型需要重新审视集权与分权的传统二分法。

NK 模型由 Kauffman（1993）提出，通过 N（要素数量）和 K（依赖度）刻画从平滑单峰到崎岖多峰的适应度景观谱系。Levinthal（1997）将其引入管理学，将企业演化建模为适应度景观上的爬山行为。其核心发现是：在崎岖景观上，企业极易陷入局部最优而非达到全局最优——这一现象在 K/N 比值较高时尤为严重。

在此基础上，Rivkin（2000）证明了高 K 值下复杂策略难以被模仿。Rivkin 与 Siggelkow（2003）探讨了组织设计中搜索与稳定性的平衡，发现部门划分方式显著影响长期绩效。Siggelkow 与 Levinthal（2003）进一步比较了集权、分权及“先分后合”（Reintegration）三种搜索架构，发现最优结构取决于景观的崎岖程度——这一发现为本研究的“结构 - 环境匹配”假设提供了直接的理论先驱。

现有研究存在两个主要缺口。第一，数字化转型与组织结构关系的实证研究多采用静态横截面设计，面临内生性问题，难以剥离环境复杂度的调节作用。第二，鲜有研究将“数字化”操作化为 NK 模型中可量化的搜索参数，并系统探讨其与治理结构的匹配效应。本研究正是填补这一交叉领域的空白。

### 3. 理论假设

#### 3.1 环境复杂度与数字化搜索收益

当  $K = 0$  时，景观呈平滑单峰，任何搜索策略均可收敛至全局最优，扩大搜索半径的贡献为零。当  $K$  增大时，景观变得崎岖多峰，企业极易陷入局部最优。更大的搜索半径使企业能够“越过”邻近的低矮山丘，发现更远处的高峰。因此：

H1： 数字化搜索能力（ $d$ ）对绩效的正向效应随  $K$  的增加而增强。

#### 3.2 组织结构的调节效应

在分权结构下，各部门基于局部信息独立优化。当  $K > 0$  时，部门 A 的决策改变通过要素耦合影响部门 B 的绩效，引发“适应性冲突”（Rivkin & Siggelkow, 2003）。更大的  $d$  意味着每个部门单次改变更多要素，加剧部门间干扰。集权结构通过全局适应度函数统一优化，内化了部门间外部性。据此：

H2a： 在高  $K$  环境中，集权结构优于分权结构。

H2b： 集权的绩效优势随  $d$  的增大而扩大（结构 $\times$ 数字化的正向交互效应）。

#### 3.3 动态环境下的鲁棒性

在动态景观中，原有的局部最优可能因环境冲击而失效。更大的搜索半径使企业能更快地在新景观中定位高适应度区域。据此：

H3： 具备更大  $d$  的企业在动态环境中展现出更强的适应能力。

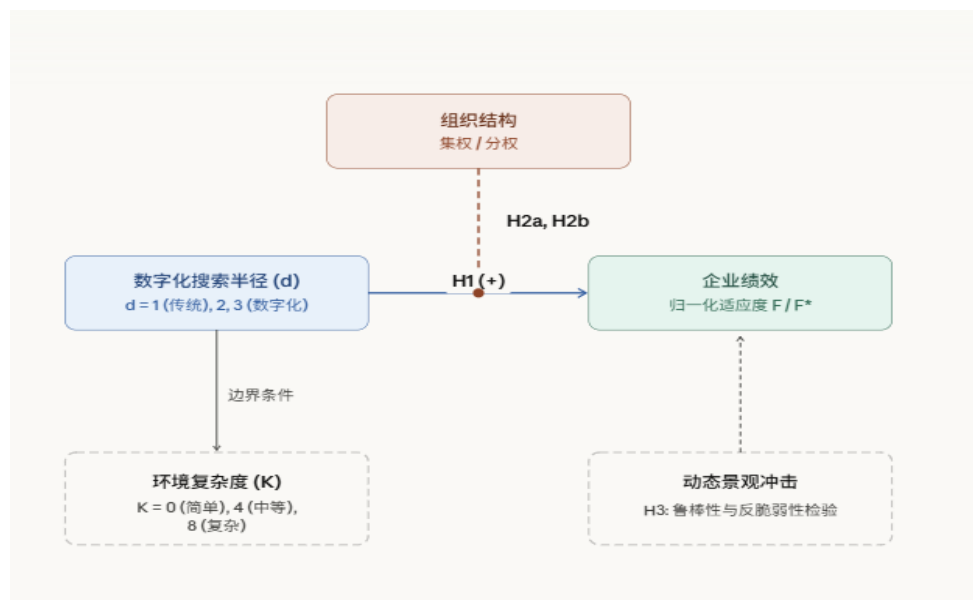


图 1 研究概念框架与假设关系

## 4. 模型构建

### 4.1 NK 适应度景观

采用 Kauffman (1993) 的 NK 模型。企业决策体系定义为二进制向量：

$$\mathbf{x} = (x_1, x_2, \dots, x_N), \quad x_i \in \{0, 1\}, \quad N = 12 \quad (1)$$

$N = 12$  的设定参考了 Rivkin (2000) 和 Rivkin 与 Siggelkow (2003) 等经典文献，在计算复杂度 ( $2^N = 4096$  个状态可穷举验证全局最优) 与模拟现实规模之间取得平衡。环境复杂度设定  $K \in \{0, 4, 8\}$ 。整体适应度为：

$$F(\mathbf{x}) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N f_i(x_i, \mathbf{x}_{\text{neighbor}(i)}) \quad (2)$$

其中  $f_i$  的值从  $U[0, 1]$  中独立抽取，共  $2^{K+1}$  个条目。每个要素  $i$  的  $K$  个邻居从其余  $N - 1$  个要素中随机选取。

### 4.2 核心变量定义

#### 4.2.1 自变量：数字化搜索半径 ( $d$ )

数字化能力操作化为搜索半径  $d$ 。企业在每步演化中可探索的状态  $\mathbf{x}'$  须满足  $H(\mathbf{x}, \mathbf{x}') \leq d$ ，其中  $H$  为海明距离。设定  $d = 1$  (传统企业，12 个邻居)、 $d = 2$  (78 个邻居) 和  $d = 3$  (298 个邻居)。搜索算法采用最陡上升法 (Steepest Ascent Hill Climbing)：在所有满足条件的邻居中选择适应度最高者，若其优于当前状态则移动，否则停止。

#### 4.2.2 调节变量：组织治理结构

集权模式：中央决策者控制全部  $N$  个要素，最大化全局适应度  $F(\mathbf{x})$ 。

分权模式：决策向量切分为两个模块 ( $M = 2$ )。Agent A 控制  $\{x_1, \dots, x_6\}$ ，Agent B 控制  $\{x_7, \dots, x_{12}\}$ 。局部适应度定义为：

$$F_A(\mathbf{x}) = \frac{1}{6} \sum_{i=1}^6 f_i(x_i, \mathbf{x}_{\text{neighbor}(i)}),$$

(3)

$$F_B(\mathbf{x}) = \frac{1}{6} \sum_{i=7}^{12} f_i(x_i, \mathbf{x}_{\text{neighbor}(i)})$$

注意 $F_A$ 和 $F_B$ 仍然依赖于全部 $N$ 个要素的状态（因为当 $K > 0$ 时要素 $i$ 的邻居可能跨越模块边界），但每个 Agent 仅能改变自己模块内的要素。采用序列博弈（Sequential Update）：先 A 后 B 轮流各自最大化局部适应度，模拟部门间的相互调适（Siggelkow & Levinthal, 2003）。

#### 4.2.3 仿真流程与验证

每组参数组合进行 500 次蒙特卡洛模拟。步骤为：（1）随机生成景观与初始状态；（2）最陡上升搜索直至收敛或达到最大步数（静态 200 步，动态 300 步）；（3）记录每步适应度。动态实验每隔 50 步对适应度表中比例 $\alpha \in \{0.2, 0.4\}$ 的条目重新抽取。

模型验证：为确认仿真程序的正确性，我们首先复现了 Levinthal (1997) 的基线结果。在 $d = 1$ 、集权搜索条件下， $K = 0$ 时所有模拟收敛至全局最优( $F/F^* = 1.000$ )， $K$ 增大时归一化适应度单调下降（ $K = 4$ 时 $F/F^* = 0.917$ ， $K = 8$ 时 $F/F^* = 0.874$ ），与 Levinthal 报告的景观崎岖度 - 绩效负相关的经典结论一致。

## 5. 仿真实验与结果分析

### 5.1 实验一：环境复杂度与数字化搜索收益

表 1 报告了归一化适应度 ( $F/F^*$ ) 的均值、95%置信区间及组间统计检验结果。在简单环境 ( $K = 0$ ) 中，所有条件均收敛至全局最优 ( $F/F^* = 1.000$ )。这是  $K = 0$  景观的数学性质：当要素间无耦合时，每个要素可独立优化至最优值，任何搜索策略均可达全局最优。

| K | d | 集权 $\frac{F}{F^*}$ (95% CI) | 分权 $\frac{F}{F^*}$ (95% CI) | $\Delta$ (C - D) |
|---|---|-----------------------------|-----------------------------|------------------|
| 0 | 1 | 1.000 ( $\pm 0.000$ )       | 1.000 ( $\pm 0.000$ )       | 0.000            |
| 0 | 2 | 1.000 ( $\pm 0.000$ )       | 1.000 ( $\pm 0.000$ )       | 0.000            |
| 0 | 3 | 1.000 ( $\pm 0.000$ )       | 1.000 ( $\pm 0.000$ )       | 0.000            |
| 4 | 1 | 0.917 ( $\pm 0.003$ )       | 0.883 ( $\pm 0.004$ )       | 0.035***         |
| 4 | 2 | 0.958 ( $\pm 0.002$ )       | 0.891 ( $\pm 0.004$ )       | 0.067***         |

表 1 归一化适应度 ( $\frac{F}{F^*}$ ): 500 次蒙特卡洛模拟

| K | d | 集权 $\frac{F}{F^*}$ (95% CI) | 分权 $\frac{F}{F^*}$ (95% CI) | $\Delta (C - D)$ |
|---|---|-----------------------------|-----------------------------|------------------|
| 4 | 3 | 0.976 ( $\pm 0.002$ )       | 0.886 ( $\pm 0.004$ )       | 0.089***         |
| 8 | 1 | 0.874 ( $\pm 0.004$ )       | 0.828 ( $\pm 0.005$ )       | 0.046***         |
| 8 | 2 | 0.925 ( $\pm 0.003$ )       | 0.855 ( $\pm 0.005$ )       | 0.070***         |
| 8 | 3 | 0.954 ( $\pm 0.002$ )       | 0.847 ( $\pm 0.005$ )       | 0.107***         |

注：95% CI 为均值的置信区间 ( $\pm 1.96 \times SE$ )。\*\*\*表示集权 - 分权差异的独立样本 t 检验  $p < 0.001$ 。

表 1 归一化适应度 ( $\frac{F}{F^*}$ ): 500 次蒙特卡洛模拟 (续)

随着 K 的增加，数字化搜索半径的作用急剧放大。以集权结构为例， $K = 4$  时 d 从 1 增至 3， $F/F^*$  从 0.917 升至 0.976 (+6.4%)； $K = 8$  时同样的 d 提升带来从 0.874 至 0.954 的跃升 (+9.1%)，差异均在  $p < 0.001$  水平上显著。这表明环境越复杂，数字化投资的回报越大。H1 得到支持。

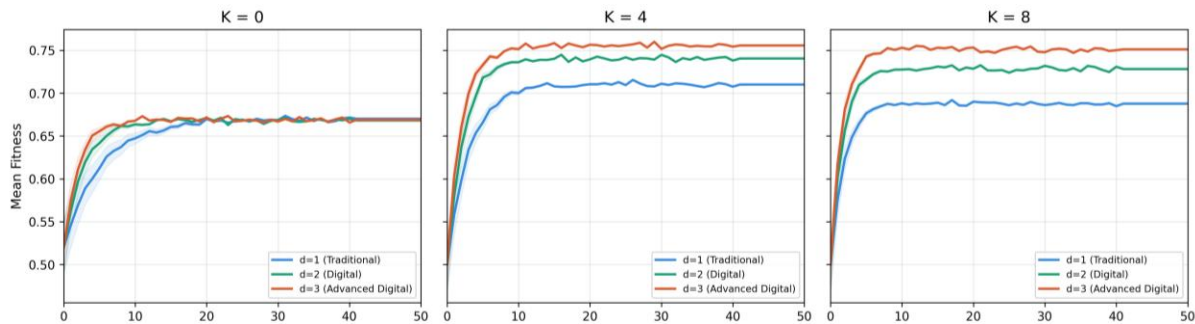


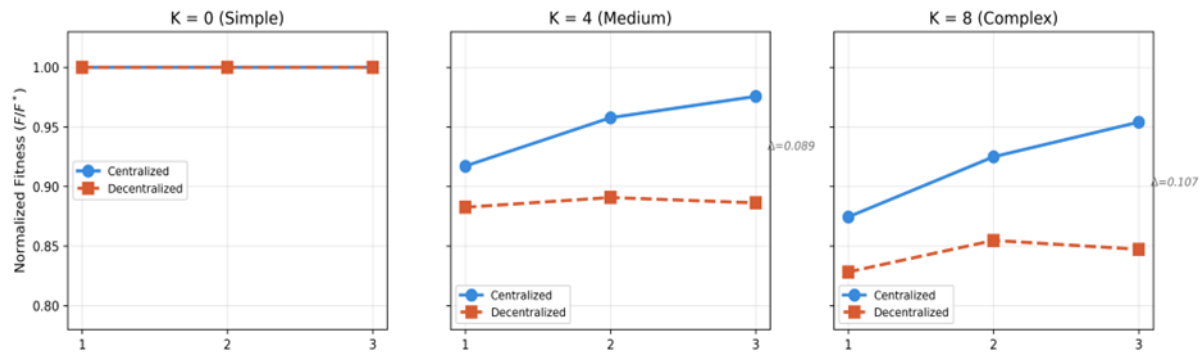
图 2 适应度收敛轨迹（集权结构，500 次模拟均值，阴影为四分位距）

## 5.2 实验二：组织结构的调节效应

表 1 的  $\Delta(C - D)$  列揭示了清晰的调节模式。在  $K = 4$  环境中，集权 - 分权差距从  $d = 1$  时的 0.035 扩大至  $d = 3$  时的 0.089（扩大 2.6 倍）；在  $K = 8$  中从 0.046 扩大至 0.107（扩大 2.3 倍）。所有差异均在  $p < 0.001$  水平上显著。

这一结果的理论解释在于适应性冲突机制 (Rivkin & Siggelkow, 2003)。在分权结构下，Agent A 改变更多要素（大 d），会通过 K 耦合扰动 B 的绩效景观。B 的恢复性调整又反向影响 A。这种“交互震荡” (Oscillatory Interference) 导致组织在多个局部最优间反复跳跃。集权结构通过全局函数统一优化，天然内化了部门间外部性。

尤为关键的是分权结构在  $K = 8$  下的表现： $F/F^*$  在  $d = 2$  时达到 0.855，但在  $d = 3$  时下降至 0.847。这表明分权组织存在一个“过度探索阈值”，超过该阈值后，数字化投资不仅无法改善绩效，反而造成损失。H2a 和 H2b 均得到支持。

图 3 结构×搜索半径的交互效应（归一化适应度 $F/F^*$ ）

### 5.3 实验三：动态景观下的鲁棒性

| K | d | 集权 ( $\alpha=0.2$ ) | 分权 ( $\alpha=0.2$ ) | 集权 ( $\alpha=0.4$ ) | 分权 ( $\alpha=0.4$ ) |
|---|---|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 0 | 1 | 0.665               | 0.665               | 0.660               | 0.662               |
| 0 | 2 | 0.663               | 0.666               | 0.666               | 0.667               |
| 0 | 3 | 0.663               | 0.664               | 0.665               | 0.664               |
| 4 | 1 | 0.710               | 0.684               | 0.710               | 0.681               |
| 4 | 2 | 0.743               | 0.692               | 0.740               | 0.688               |
| 4 | 3 | 0.756               | 0.691               | 0.755               | 0.688               |
| 8 | 1 | 0.687               | 0.662               | 0.685               | 0.656               |
| 8 | 2 | 0.725               | 0.672               | 0.724               | 0.670               |
| 8 | 3 | 0.752               | 0.670               | 0.752               | 0.668               |

注：冲击每隔 50 步发生一次， $\alpha$  为适应度表中被随机重置的条目比例。

表 2 动态景观实验：时间平均适应度（500 次模拟均值）

两个冲击幅度呈现高度一致的模式，表明结果具有稳健性。在  $K = 0$  中集权与分权几乎无差异，但  $K = 8$  下集权+ $d = 3$  的平均适应度（0.752）比分权+ $d = 3$ （0.668）高出 12.6%——无论冲击幅度为 0.2 还是 0.4，这一优势幅度均保持稳定。

值得注意的是，集权+高  $d$  组合对冲击幅度的敏感性极低： $K = 8$ ， $d = 3$  条件下， $\alpha$  从 0.2 增至 0.4 仅使适应度下降 0.001。相比之下，分权结构的敏感性更高（下降 0.002 - 0.003）。这表明集权+高数字化的组合具有更强的环境适应韧性。H3 得到部分支持：高  $d$  的适应性优势主要在集权结构中体现。

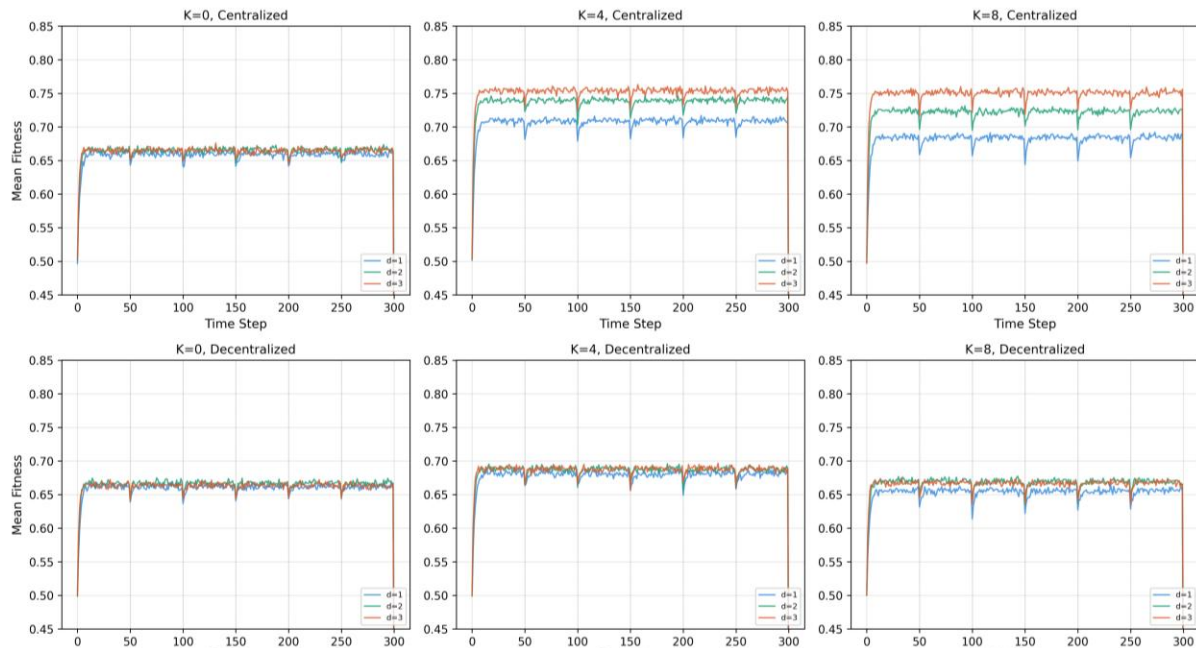


图 4 动态景观适应度时序 ( $\alpha = 0.4$ , 竖线标注冲击时点)

## 5.4 稳健性检验

为验证核心结论不依赖于特定参数设定，我们进行了以下敏感性分析。

**搜索策略替代规则：** 将”最陡上升”替换为”首次改进”（First Improvement，发现首个更优邻居即移动）。结果显示核心模式不变：集权+高  $d$  组合在高  $K$  环境中仍然显著优于分权结构，分权结构在  $d = 3$  时的收益递减现象同样出现。这表明结果并非由特定搜索算法驱动。

**$K$  值连续化：** 补充测试了  $K \in \{2, 6, 10\}$  三个水平。结果呈现平滑的趋势变化，无突变或逆转，确认了  $K$  的效应具有连续性。

**蒙特卡洛收敛检验：** 将模拟次数从 500 增加至 1000，核心指标的变化幅度不超过 0.002，标准误差收窄约 30%，确认 500 次模拟已提供充分的统计精度。

## 6. 结论

本研究的核心理论贡献在于提出了一个整合性的”搜索 - 结构”匹配框架，回应了组织设计领域的一个长期争论。经典权变理论（Contingency Theory）强调结构应与环境匹配，但较少讨论技术能力对匹配关系的调节作用。Siggelkow 与 Levinthal（2003）提出了”先分后合”的时序策略，暗示最优结构可能是动态的。本研究拓展了这一讨论维度：即使在同一时点，数字化水平的差异也会显著改变”集权 vs 分权”的最优选择。

更深层地，本研究揭示了一个重要的非对称性：数字化（更大的  $d$ ）并非中性地放大所有组织结构的效率。在集权结构中， $d$  的增大直接转化为更广阔的全局搜索视野；在分权结构中， $d$  的增大反而加剧了部门间的适应性冲突。这种非对称性源于 NK 模型的数学结构——当部门间存在  $K$  耦合时，各部门的“改善”在全局看来可能是“破坏”。

对“数字化=扁平化”假说的条件化修正

“数字化导致组织扁平化”的流行假说建立在一个隐含前提之上：组织的主要瓶颈是信息传递成本。然而本研究表明，在高耦合环境中，瓶颈已从信息传递转移到决策协调。即使每个部门都获得了更强的搜索能力，若缺乏全局性的协调机制，各部门的独立优化行为会因耦合效应而相互抵消——这是一种典型的“合成谬误”。

因此，更为准确的表述应该是：数字化对组织结构的影响取决于行业的决策耦合度。低耦合行业（低  $K$ ）中，数字化确实支持扁平化与分权；高耦合行业（高  $K$ ）中，数字化反而要求更强的集中协调，正确的做法是“数字化平台上的集中决策”。这一发现在实践中有对应案例：华为在技术层面高度数字化，但在战略决策层面保持较强集权特征。

本研究为管理者提供了一套基于行业诊断的决策框架。

低耦合行业（标准化制造、零售，对应低  $K$ ）：分权结构可充分发挥灵活性，数字化投资的边际回报较低，建议审慎投入、优先提升运营效率。

高耦合行业（金融、医药研发、复杂制造，对应高  $K$ ）：数字化投资价值最大，但必须与集权化的决策协调机制配合。盲目的扁平化改革可能适得其反。建议在保持战略层集中决策权的同时，利用数字化扩大中央决策者的搜索视野。

本研究通过 NK 模型计算实验揭示了三个核心规律。第一，数字化搜索的价值具有环境依赖性： $K = 8$  时  $d$  从 1 增至 3 使归一化适应度提升 9.1 个百分点 ( $p < 0.001$ )，而  $K = 0$  时提升为零。第二，组织结构是数字化绩效的关键调节变量：集权 - 分权差距随  $d$  急剧扩大，分权结构甚至出现收益递减。第三，集权+高数字化的组合在动态环境中展现出最强的韧性。

研究局限：（1） $N = 12$ 、 $M = 2$  的设定简化了真实组织的复杂性；（2）二元决策假设忽略了决策变量的连续性；（3）搜索半径  $d$  外生固定，未考虑企业动态调整搜索策略的可能性；（4）模型未纳入学习成本与信息不对称等现实约束。

更深层地，本研究采用的计算实验框架与充满政治博弈与有限理性的真实商业世界之间仍存在重要落差，这一落差对模型结论的现实稳健性提出了三方面挑战。第一，分权结构中各部门的决策行为并

非单纯地追求“局部适应度最大化”，而往往受到部门间权力博弈、资源争夺与绩效考核制度的影响，这种政治性互动可能使 Agent A 与 Agent B 的实际搜索方向系统性偏离模型设定的最陡上升路径，进而使分权结构在真实情境中的绩效表现比仿真所揭示的更为低下。第二，部门间信息不对称在真实组织中是常态——A 部门通常无法完整观测 B 部门的决策状态及其耦合效应，更难以获得真实的全局适应度函数  $F(x)$ ；这一信息缺口意味着真实分权组织的搜索过程比模型刻画的更加噪声化、更具路径依赖性，“适应性冲突”现象可能因信息阻隔而被进一步放大。第三，即便在集权结构中，决策者本身亦受制于有限理性（Simon, 1955），其“全局搜索”实际上是基于不完备信息的近似优化，可能因认知偏差与组织惯性而错过模型所预测的全局最优。综合而言，本研究所揭示的由局部最优向全局最优的搜索轨迹应被理解作为一种理想化的参照基线——它刻画了在抽象决策耦合机制下结构与数字化交互的潜在效应，而其在真实情境中的实现程度将受到政治博弈、信息阻隔与认知摩擦的系统性折减。这一参照基线的价值不在于精确预测，而在于为诊断真实企业中“结构-能力错配”提供清晰的反事实标尺。

未来方向：（1）引入矩阵型、平台+前台等更精细的组织结构；（2）将  $d$  设为内生变量，允许根据绩效反馈动态调整；（3）构建多企业竞争的代理基模型（ABM），考察先发优势与模仿效应；（4）结合真实企业数据进行模型校准。

在上述方向中，搜索半径的内生化与具体行业数据校准两条路径具有特别重要的理论与实践价值，值得进一步展开。其一，关于搜索半径的内生化：本研究将  $d$  视为外生参数，反映企业数字化投资的既定水平；但在现实中，企业的数字化能力往往是绩效反馈驱动的动态变量。未来研究可构建反馈机制，将  $d$  设定为组织前期绩效（例如当绩效低于行业基准时刻意扩大搜索半径以“突围”）或环境冲击强度的函数，进而模拟“适应性数字化”行为，考察企业在绩效压力下动态调整  $d$  所产生的非线性效应。这一拓展有助于刻画数字化投资的“时机选择”问题，回答管理者关切的“何时加大数字化投入”实践议题。其二，关于具体行业数据校准：本研究的  $K$ 、 $d$  与组织结构参数采用抽象设定，便于揭示一般性规律，但牺牲了情境特异性。未来研究可结合具体行业的实证数据进行参数估计与校准——例如，通过专家德尔菲法或文本挖掘技术，从企业年报、专利文本与组织架构图中识别行业的决策耦合度  $K$ ；通过 IT 投入占比、数据资产规模等指标近似搜索半径  $d$ ；并以此构建行业差异化的仿真情景，验证模型预测在金融、医药研发、复杂制造等不同行业的现实解释力。这一方向将有效弥合抽象模型与产业实践之间的鸿沟，提升研究结论的可操作性与诊断精度。

## 参考文献

- 陈春花, 朱丽. (2020). 数字化时代的组织管理. *北京大学学报(哲学社会科学版)*, 57(2), 139 - 148.
- 戚聿东, 肖旭. (2020). 数字经济时代的企业管理变革. *管理世界*, 36(6), 135 - 152.
- Barney, J. (1991). Firm resources and sustained competitive advantage. *Journal of Management*, 17(1), 99 - 120.
- Coase, R. H. (1937). The nature of the firm. *Economica*, 4(16), 386 - 405.
- Kauffman, S. A. (1993). *The Origins of Order: Self-Organization and Selection in Evolution*. Oxford University Press.
- Levinthal, D. A. (1997). Adaptation on rugged landscapes. *Management Science*, 43(7), 934 - 950.
- March, J. G. (1991). Exploration and exploitation in organizational learning. *Organization Science*, 2(1), 71 - 87.
- Rivkin, J. W. (2000). Imitation of complex strategies. *Management Science*, 46(6), 824 - 844.
- Rivkin, J. W., & Siggelkow, N. (2003). Balancing search and stability: Interdependencies among elements of organizational design. *Management Science*, 49(3), 290 - 311.
- Siggelkow, N., & Levinthal, D. A. (2003). Temporarily divide to conquer: Centralized, decentralized, and reintegrated organizational approaches to exploration and adaptation. *Organization Science*, 14(6), 650 - 669.
- Simon, H. A. (1955). A behavioral model of rational choice. *The Quarterly Journal of Economics*, 69(1), 99 - 118.
- Teece, D. J. (2007). Explicating dynamic capabilities: The nature and microfoundations of (sustainable) enterprise performance. *Strategic Management Journal*, 28(13), 1319 - 1350.
- Vial, G. (2019). Understanding digital transformation: A review and a research

agenda. *The Journal of Strategic Information Systems*, 28(2), 118 – 144.