

引用格式: 王平, 梁正, 侯俊军. 制度谱系中的标准定位与规制动力学模型构建——基于位阶分层的视角[J]. 标准化学报, 2026(9): 6-22, 44.
WANG Ping, LIANG Zheng, HOU Junjun. Positioning of Standards and Construction of a Regulatory Dynamics Model in the Institutional Pedigree: A Perspective Based on Hierarchical Stratification[J]. Journal of Standardization, 2026(9): 6-22, 44.

制度谱系中的标准定位与规制动力学模型构建 ——基于位阶分层的视角

王平¹ 梁正² 侯俊军³

(1.中国标准化研究院; 2.清华大学; 3.湖南大学)

摘要: 【目的】在数字化转型与全球规制环境日益复杂的背景下,厘清标准与制度的动态关系对提升治理效能至关重要。因此从空间动力学视角,探讨标准在制度谱系中的定位及其对实体行为的驱动机制。【方法】构建一个包含经济、社会、政治3个维度的“规制空间动力学模型”,通过界定非正式文化惯例、契约与标准、法律规制3个位阶,建立环境应力与实体内生应力对冲的应力矩阵。重点解析对冲稳态、协同演化、位阶跃迁和位阶俘获等动力学特征,并利用矢量合成逻辑模拟了实体在不同场域下的演化轨迹。【结果】标准主要在制度谱系的中观位阶发挥作用,通过与实体内生动力的耦合,可产生正向牵引力,驱动实体实现合规性优良演化。模型揭示了法律位阶的全维度分布特征,即任何轴向的严重违规均会触发整体位态的向心收缩。数字化的集成标准由于具备“流程硬化”与“算法锁定”特征,已演化为制度规制的刚性约束。【结论】研究的创新之处在于将社会治理逻辑转化为规制场论表述,明确了标准在制度谱系中作为动力牵引的核心功能,为精准规制与企业战略对齐提供形式化的分析工具。

关键词: 制度谱系; 标准定位; 规制空间; 动力学模型; 应力对冲; 位阶分层

DOI编码: 10.3969/j.issn.2097-857X.2026.09.001

Positioning of Standards and Construction of a Regulatory Dynamics Model in the Institutional Pedigree: A Perspective Based on Hierarchical Stratification

WANG Ping¹ LIANG Zheng² HOU Junjun³

(1. China National Institute of Standardization; 2. Tsinghua University; 3. Hunan University)

Abstract: [Objective] Against the backdrop of digital transformation and an increasingly complex global regulatory environment, clarifying the dynamic relationship between standards and institutions is crucial for enhancing governance effectiveness. Accordingly, from a spatial dynamics perspective, this study explores the positioning of standards in the institutional pedigree and their driving mechanisms on entity behavior. [Methods] A “regulatory space dynamics model” encompassing three dimensions (economic, social, and political) is constructed. By defining three hierarchical levels—

作者简介: 王平, 研究员, 研究方向为标准化历史和基本原理、标准化与创新、企业标准化以及国际标准化等。

梁正, 博士, 教授, 研究方向为新兴技术治理、科技与创新政策、标准与知识产权、国家创新体系理论与实践。

侯俊军, 博士, 教授, 研究方向为标准化与治理。

informal cultural practices, contracts and standards, and legal regulation—a stress matrix for offsetting environmental stress and entity endogenous stress is established. The analysis focuses on dynamic characteristics such as stress equilibrium, co-evolution, hierarchical transition, and hierarchical capture, and uses vector composition logic to simulate the evolutionary trajectories of entities in different fields. [Results] The study finds that standards primarily function at the meso-level of the institutional pedigree. Through coupling with entity endogenous dynamics, they generate positive traction, driving entities to achieve compliant and optimal evolution. The model reveals the full-dimensional distribution characteristics of the legal hierarchy: any fatal violation along any axis triggers a centripetal contraction of the overall position state. Due to their features of “process hardening” and “algorithmic locking”, digital integrated standards have evolved into rigid constraints of institutional regulation. [Conclusion] The innovation of this study lies in transforming social governance logic into a regulatory field theory representation, and clarifying the core function of standards as dynamic traction in the institutional pedigree, thereby providing a formal analytical tool for precision regulation and corporate strategic alignment.

Keywords: institutional pedigree; standard positioning; regulatory space; dynamics model; stress offsetting; hierarchical stratification

0 引言

在技术全球化与治理碎片化的双重驱动下，标准 (Standards) 的内涵正发生深刻演变。它不仅仅是工厂提高效率的工具，还逐渐演变成为一种跨越国界、渗透组织内部，同时具有技术属性、经济属性、社会属性和政治属性的制度架构基石。依据劳伦斯·布施的观点^[1]，标准是关于现实的“处方 (Recipes)”。当一项标准被制定时，它实际上是在复杂的社会秩序中划定了一个特定的坐标。在现实中，任何一个基于技术/标准（如5G架构、算法模型）进行扩张的实体都并非处于真空，而是处于经济效率、社会公平与政治安全这三重维度交织的谱系之中。

当前标准化研究面临的挑战在于：以标准为核心竞争力的技术实体在制度谱系中的位置往往是失稳的。首先是维度的错位。一个在经济维度被定义为“高效处方”的标准，可能在社会维度被视为“伦理排异”，并在政治维度触发“国家权力警报”。其次是制度治理位阶的跨越。标准在谱系中的位置决定了其强制力。从非正式的行业共识到契约化的治理框架，再到刚性的政府指令，标准在不同位阶间的跃迁伴随着剧烈的成本跳升与应力

释放。最后是定位的盲区。由于缺乏直观的拓扑工具，治理者往往无法准确识别标准在制度三维空间中的“坐标”，从而导致规制手段出现过载或缺位的两极分化。

本研究旨在构建一个三维制度谱系模型，以探讨标准如何在X-Y-Z空间中精确定位，并分析其在三维谱系中的定位偏差如何诱发实体的制度失稳与动力学偏转。其实际意义体现在以下2个方面：一是理论创新层面，通过将标准定位为三维谱系中的“矢量点”，建立一套“制度拓扑分析法”，为理解标准作为“秩序处方”同时存在于制度环境和技术实体中的动力学属性提供定量化的几何框架。二是实践价值层面，该模型能够为新兴技术（如跨境数据流、人工智能、数字孪生）提供用于合规预警的制度应力图谱；通过识别标准在谱系中的最优适配区间，治理者可以更科学地布设制度场域空间，避免技术演进撞击高位阶的规制硬壳。

在研究方法上，本研究采用跨学科形式化建模与逻辑演绎相结合的方式，首先建立制度谱系空间的三维模型并划分3层位阶梯度，然后进行动力学机制推演和典型场景模拟与逻辑解析，以此论证模型在面对复杂现象时的逻辑自洽性。

1 理论回顾与文献综述

1.1 标准的本质

标准的内涵远超单纯的技术规格,它是对社会与物质秩序进行编排的底层逻辑。

1) 作为“现实处方”的标准。劳伦斯·布施提出,标准是关于现实的“处方”(Recipes for Reality)^[1]。本研究在此基础上进一步认为,标准不仅是规范现实的规则,更是对人的行为要素与物的物理特性进行协调、匹配并予以固化的重复性方案。

2) 作为“匹配问题的解决方案”。亨克·德·弗里斯将标准定义为解决重复性匹配问题的手段^[2]。标准通过对复杂要素的预先协调,为行业协议、平台契约乃至国家指令提供确定性的落地底座。没有标准的契约是抽象的意向,而标准则是让意向转化为可操作秩序的“物理性制度”。

3) 基于组织学的标准。亨利·明茨伯格从组织的角度认为,流程标准、绩效标准和人的技能标准共同负责组织运行的协调和控制^[3]。

1.2 标准治理

在当代治理体系中,标准已演变为一种独立且强力的规制要素,其影响力往往发生在正式法律介入之前。标准治理涉及的理论分析如下:

1) 社会学制度分析的三大支柱。理查德·斯科特提出制度分析的三大支柱模型,即规制性、规范性以及文化认知性支柱^[4]。

2) 作为规制架构基石的崛起。借鉴劳伦斯·莱斯格与乔尔·赖登伯格的4种规制力模型,标准或规范作为“技术架构(Architecture)”的载体,成为人类社会制度架构的基石^[5-6]。它通过预设的技术逻辑,在事前即完成对行为体选择空间的锁定。

3) 人与物的双重规制。不同于传统法律主要针对主体行为的负面清单,标准具有明显的“人—物双重规制”特征^[1-2],它既规范了操作者的行为边界,也定义了物质客体的技术属性。这种双重

性赋予了标准一种“硬性方案”的特质,使其在制度谱系中发挥着比纯粹契约更具稳定性的架构功能。

1.3 跨学科视角下的制度层级理论

本研究吸纳了经济学、社会学与政治学中关于“制度层级”的核心观点,为后续构建三维制度位阶模型提供理论合法性。

1) 借用奥利弗·威廉姆森的社会分析层级的嵌套逻辑,其层级框架暗示了制度应力对微观博弈空间存在包络效应(Enveloping Effect)^[7]。本研究以此为基础,认为高位阶制度环境的治理结构预设了强约束,即制度应力并非线性叠加,而是存在高层级对低层级的俘获效应。

2) 借用道格拉斯·诺斯与皮埃尔·布迪厄的场域应力理论。诺斯对正式与非正式约束的区分,界定了自发秩序与强制规制之间的位阶差异^[8];布迪厄的场域理论则支撑了本研究将实体视为在多维制度空间中受力移动的“质点”这一建模构想^[9]。

3) 借用埃莉诺·奥斯特罗姆的嵌套规则理论,其提出的“操作—集体选择—宪法”规则嵌套结构,论证了高位阶规则对低位阶选择集的限制关系^[10]。这为本研究提出“位阶主导合成逻辑”提供了核心依据,即实体的最终性质由其所触碰到的最高位阶匹配方案决定。

4) 借用利·汉彻和迈克尔·莫兰提出的规制空间概念^[11],强调了国家、市场与社会在权力交互过程中的空间属性,支撑了本模型中X-Y-Z三轴协同演化的逻辑。

5) 借用德克·赫尔本和彼得·莫尔纳的社会力(Social Force)行人交通模型理论^[12]以及单庆超等^[13]对行人交通模型的讨论,为本研究中社会物理学视角的空间动力学建模方法提供了重要启发。

现有文献虽识别了标准的处方本质、层级属性及对人与物的双重规制,但尚未建立起一套能够量化描述实体在多维冲突下动态演化的统一框架。特别是当标准作为“匹配方案”在不同维度产生应力冲突时,传统的定性分析难以判定其实际

的制度谱系定位。基于此,本研究引入矢量空间模型,将离散的制度层级映射为三维球体的向径区间,通过构建非线性的合成算子,量化分析标准作为固化方案在复杂规制环境下的位态偏转机理。

上述理论虽然在社会本体论上存在差异,但在本研究的逻辑框架内表现为高度的功能互补性。威廉姆森与奥斯特罗姆的嵌套理论为后文模型中 V_1 、 V_2 、 V_3 层级的纵向堆叠提供了逻辑依据;布迪厄、汉彻与莫兰的视角则为模型的三维空间属性提供了支撑;而诺斯与赫尔本的社会力模型则分别定义了场域中规则的静态边界与演化的动态力学原理。

本研究并非要在制度空间模型中统一这些范式,而是将这些范式视为对复杂制度场域的不同局部空间进行观察的透镜。在后文中,这些离散的理论视角将被整合进一个归一化的矢量空间:通过数学上的归一化处理,将不同来源的制度影响统一转化为环境应力,从而在逻辑上消解理论背景的差异,实现对实体位态偏转的定量模拟。

2 制度—标准谱系建模基础

2.1 制度与标准的本体辨析

2.1.1 制度谱系的三维空间

本研究的制度频谱模型首先定义制度的三维空间,所有讨论均在此三维空间定义的基础上展开。 X 轴(经济制度谱系)表征标准、算法逻辑与生产效能, Y 轴(社会制度谱系)表征社会规范、公众预期与伦理道德, Z 轴(政治制度谱系)表征国家权力安全、法律红线与政治合规。

2.1.2 实体的定义

在本模型中,“实体(Entity)”被定义为规制场域中承载特定技术特征与制度身份的逻辑受力单元,它可以是商业组织、社会群体或个人。实体以制度空间点的形式存在,映射不同社会主体在三维制度环境中的位态。在此抽象中,实体的物理规模被暂时剥离,旨在聚焦规制环境对不同坐标下主体的普遍约束机制。从原点到实体所在位置 P

的有向线段称为位态矢量,用 R 表示。

2.1.3 标准定义

本研究沿用广义标准观,将标准视为制度逻辑的具体化^[14]。标准是固化的匹配问题解决方案^[2],针对重复性问题,具体表现为流程、绩效与技能指标^[3],是现实世界的处方^[1]。它规定了要素的组织与互动方式,预设了实体的运行逻辑。标准在现实中主要体现为自愿性,但当其被法律引用后,即成为法律的一部分,转化为强制性的处方。

在本研究的建模过程中,这种处方或解决方案在三维空间中表现为对实体的环境应力(如环保标准或合格评定标准),在实体中则表现为内生应力与环境应力的对冲(如企业的产品技术标准)。

2.1.4 制度和标准的概念辨析与功能性统合

制度与标准在本质上都是同构的规则/规范体系^[15-17]。两者呈现“颗粒度”的互补:制度在宏观(法律)与中观(组织)层面提供元规则(Meta-rules),负责构建战略方向与权力框架,往往具有方向性但缺乏操作细节;而标准是具体的解决方案,它通过要素的最佳匹配,在微观行为层提供精确的绩效指标与过程控制。正如明茨伯格^[3]所指出的,完成任务的标准可分解为流程标准、输出(目标)标准与技能标准。其核心驱动力源于人类追求效率的本能,即以最省力的路径完成任务。这种最佳路径一旦固化,便成为重复使用的标准。因此,标准可以被看作是制度逻辑在操作层面的扩展。这体现为从元规则到具体参数的纵向连贯性,构成了实体在制度空间中维持合法位态的基础。

在现实中,制度和标准的边界常因治理需要而模糊。英国早期锅炉安全法规将技术细节纳入法律,而我国的强制性标准本质上是将契约层级的技术最优解固化为法律层级的强制性规则。在组织/企业中同样存在着技术标准求助于规章制度^[3],或者把规章制度发布为标准的现象^[14]。这种标准制度化或制度标准化的现象,反映了治理者在权威压力(制度)与效率诱导(标准)之间的动态选择。

在本研究中,标准被视为制度空间的一部分,但在对实体进行制度空间的应力分析时,需将制度应力与标准应力加以区分,以观察标准在制度空间所发挥的作用。本研究对制度和标准在三维空间中的分析,均基于实体的技术或标准在经济中的扩张(如产品占领市场),同时它还要受到外部制度与标准的规制^[5](如环保法律或数据安全法及其配套的强制性标准)。实体通过自身的技术处方/标准和组织制度向外产生扩张力,定义为内生应力 F_{intl} 。国家的法律和配套的强制性标准(技术法规)可视为外部对实体施加的规制力,定义为环境应力 F_{env} 。这两种力在制度空间中的实体位置共同作用形成合力 F_{net} 。

实体承受的环境应力包括制度应力($F_{\text{ins}}^{\text{env}}$)和标准应力($F_{\text{std}}^{\text{env}}$),实体的内生应力也包括制度应力($F_{\text{ins}}^{\text{intl}}$)和标准应力($F_{\text{std}}^{\text{intl}}$)。在本文中,env表示环境,intnl表示内生,ins表示制度,std表示标准,ent表示实体。实体是否能够维持稳态,取决于其内生应力与外部环境应力之间的逻辑对冲与消解。当实体的技术处方/标准和运行管理制度处于合规态时,外部制度应力呈现维护稳定的状态,实体因此处于适配稳态;当存在逻辑冲突(即应力失衡)时,则诱发位态的偏转与合法性的流失,实体处于失稳状态。

2.2 制度谱系空间的建模基础

2.2.1 轴向定义与空间逻辑

三维制度谱系空间模型由X轴(经济制度谱系)、Y轴(社会制度谱系)与Z轴(政治制度谱系)交织而成。

坐标归一化:为消除不同规制领域间的量纲差异,各轴均映射至 $[-1, 1]$ 闭区间。在该区间内,通过定义起始端(0)与末端(1)来界定规制应力的影响边界。

位态合矢量 R :空间内任意点 $P(x, y, z)$ 均拥有唯一的位态合矢量 R 。其模长满足 $0 \leq |R| \leq 1$,代表制度空间是1个半径等于1的球体(见图1)。若 $|R|_{\text{start}}=0$,表示规制缺失或完全自发状态。若 $|R|_{\text{end}}=1$,表示实体所能达到的最高位态,此时规

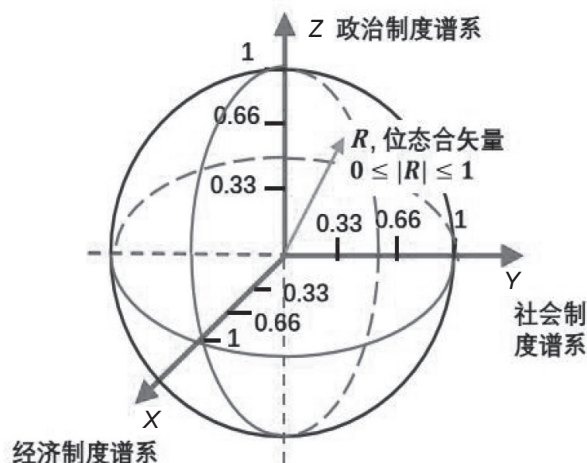


图1 制度谱系的三维空间(球体)

制应力也达到极限强度。

2.2.2 规制强度、逻辑对冲分析

在制度空间内,环境应力矢量(F_{env})和实体内生应力矢量(F_{intl})的合力,为实体受到的总应力矢量 F_{ent} ,即代表合力 F_{net} (Net Force),系环境应力与内生应力在特定规制场域下的矢量合成。它决定了实体是维持合法性位态的稳定性,还是因为失稳而发生逻辑位置的切换(见图2)。

外部环境应力 F_{env} :由各轴所有环境制度的规制力及相关标准的规制力共同决定,代表了特定规制位点对实体施加的适配应力。

实体内生应力 F_{intl} :代表实体基于其内部制度(如技术处方/标准、合规体系、组织制度)所能产

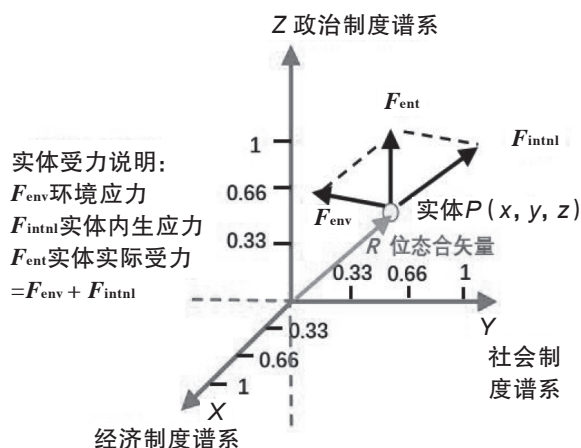


图2 规制场中实体的位态合矢量与动态受力耦合分析

生的对冲应力。

稳态判别: 当 $F_{\text{ent}}=F_{\text{env}}+F_{\text{intl}}=0$ 时, 实体的内部逻辑与外部规制达到逻辑平衡(稳态)。若合力不为零, 则预示实体的制度合法性面临偏移风险。

2.2.3 三层制度空间和规制强度

本文构建的模型引用了几个重要的物理学力和场论的概念。下面列出物理学术语及其在本文中的对应解释: 位态(Position Status), 对应实体在制度空间中的位置; 应力(Stress), 对应规制压力或结构性张力; 应力对冲(Stress Hedging), 对应制度空间中2个应力形成的反向消解作用; 梯度流(Gradient Flow), 对应演化趋向或成本变化率; 耦合(Coupling), 对应制度与标准的关联机制; 位阶(Hierarchy/Tier), 对应治理层级(法学中常见); 位阶俘获(Hierarchy Capture), 对应低位阶的制度应力被高位阶的制度应力所控制, 无法发挥作用; 牵引力(Traction), 对应正向激励或引导动力。

本研究中的“深度侵入”表示法律越界或进入高位阶。该模型将归一化的制度空间由内向外分为3层规制位阶(V_1 、 V_2 、 V_3), 以表征不同性质的规制力的层级。这种方法主要源自新制度经济学代表人物诺斯的制度分类和斯科特的制度分析三大支柱模型的基本思想。空间沿径向 $R=\sqrt{x^2+y^2+z^2}$ 被划分为3个厚度相等(每层厚度为0.33)的规制层级, 代表了不同层级的制度硬度和规制力强度。从内向外, 约束力由软到硬, 具体见表1和图3。

V_1 层[0, 0.33]为自发秩序层, 由非正式制度(习俗、内化伦理)主导, 约束力表现为“软约束”。 V_2

层(0.33, 0.66]为局部治理层, 由正式契约、行业标准和实体内部技术处方/标准/组织制度主导, 是实体内生应力的主要分布区。 V_3 层(0.66, 1.0]为全局强制层, 由国家权力、法律法规及安全底线主导, 代表了最高的规制刚性。

图3为基于三维制度谱系的规制应力模型与规制强度分布。规制应力的强度在制度空间中并非均匀分布, 而是表现为非线性增强(见表1)。规制强度在 V_1 层极低, 且增长极为缓慢; 在 V_2 层为中等强度, 区间内增长加快, 但相对平缓; 在 V_3 层为高强度, 增长速度极快, 形成陡峭上升。本研究用二次曲线表示这种特性, 图4为X轴向的规制强度变化曲线, 其表达式见式(1):

$$\Phi=kx^2, x \in [0, 1] \quad (1)$$

式中: Φ 为规制强度; k 为X轴的规制刚性

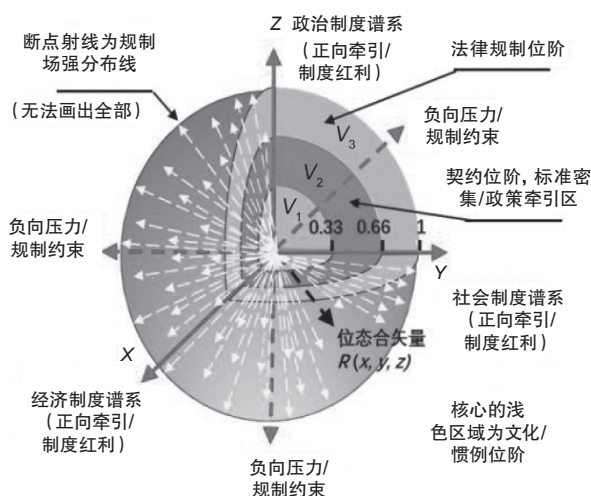


图3 基于三维制度谱系的规制应力模型与规制强度分布

表1 制度空间的层级划分、制度性质和规制力强度

层级	治理空间	制度性质	制度的规制力强度
V_1 [0, 0.33]	微观内化层	非正式制度 (惯例、伦理、心智模式)	低强度: 表现为制度背景噪声, 不具有行政强制力
V_2 (0.33, 0.66]	中观局部层	契约性正式制度 (企业规章、行业自律契约、技术标准)	中等强度: 在组织或契约边界内具有确定的强制执行力
V_3 (0.66, 1.0]	宏观全局强制层	宏观正式制度 (国家法律、行政规制、技术法规)	高强度: 代表规制空间中不可抗拒的最高阈值约束

系数; x 为 X 轴方向上的归一化位置, 取值范围为 $[0, 1]$ 。

当 $x=0$ 时, $\Phi=0$; 当 $x=1$ 时, $\Phi=k$ 。以此类推, Y 轴和 Z 轴的规制强度可用相同方法表达。

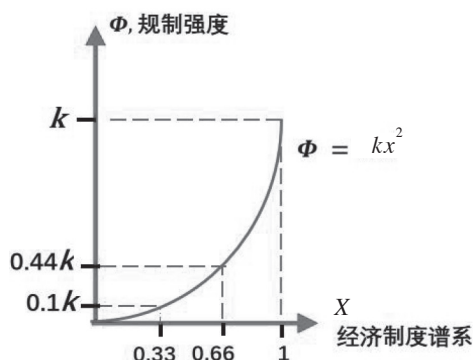


图4 X轴向的规制强度变化曲线

2.2.4 规制场、规制场强与梯度流

本研究的规制空间概念是对布迪厄场域理论的动力学升华, 同时参考了赫尔本用物理学中的势能和力场模拟社会动力学的基本思想, 作为对规制场、规制场强与场强梯度流进行讨论的基础。

1) 规制场强函数。定义空间内任意一点的规制强度为 $\Phi(x, y, z)$, 它表征该位点所承载的合规要求总量。制度空间所有点构成规制强度标量场 Φ 。因此, 制度空间可简称为规制场, 规制强度称为规制场强。为体现规制场强的非线性特征, 并依据前文对 X 轴向规制强度的讨论, 引入二次幂分布函数, 具体见式(2):

$$\Phi(x, y, z) = k_x x^2 + k_y y^2 + k_z z^2 \quad (2)$$

式中: k_i ($i \in x, y, z$) 为不同轴向的规制刚性系数。

2) 规制刚性系数 (k) 的属性。 k 是衡量制度环境“敏感度”的核心变量。通常 $k_z > k_y > k_x$ (各向异性), 即政治维度对位态偏离最敏感, 坡度最陡。不同国家或时期的治理底色由 k 值决定, 高 k 值意味着严苛的规制环境。本模型中规制刚性系数 k 的赋值遵循法律位阶对齐原则。

由于 Z 轴涉及国家权力与公共安全, 其规制逻辑具有“绝对不可侵犯性”, 故设定基准刚性 $k_z=1.0$; Y 轴侧重于社会价值的动态平衡, 法律介入

具有补偿与修正特征, 参照行政处罚力度与社会伦理契约的刚性, 赋值 $k_y \approx 0.7$; X 轴主要依靠市场竞争与技术演化实现自组织秩序, 规制环境表现出较高的容错率与引导性, 故设定 $k_x \approx 0.4$ 。

此组参数构成了规制空间的基本各向异性特征, 但在特定案例的实证分析中, 可根据行业敏感度的不同进行局部修正。

3) 梯度流。本研究定义了三维规制场强空间, 并讨论了此空间中规制强度变化的规律。将标量场随 $\Phi(x, y, z)$ 空间点 $P(x, y, z)$ 的变化率称为规制场强梯度 Φ 。图3中的断点射线被定义为规制场强分布线。场强梯度 $\nabla\Phi$ 表达式见式(3):

$$\nabla\Phi = \left(\frac{\partial\Phi}{\partial x}, \frac{\partial\Phi}{\partial y}, \frac{\partial\Phi}{\partial z} \right) = (2k_x x, 2k_y y, 2k_z z) \quad (3)$$

场强梯度 $\nabla\Phi$ 矢量代表了规制场强随位径 R 的演化率。在制度空间中, 场强梯度从原点向外的演化特性构成了梯度流, 其方向指向规制成本 (或规制压力幅值) 上升最快的方向。基于二次幂场的设定, 随着实体向边界 ($|R| \rightarrow 1$) 靠近, 规制梯度持续变陡, 表征了制度环境对实体越界行为的压制与修正效应。当实体侵入高位阶空间时, 这种由梯度带来的应力爆发, 形成了刚性增强的制度约束。

2.2.5 行为外部性的深度侵入

实体的极度扩张可能导致具有 V_2 属性的实体因违规行为侵入 V_3 的法律规制区域, 使实体身份与其坐标发生脱钩。由此产生侵入效应, 即实体的行为外部性溢出契约边界 ($|R| > 0.66$), 本研究称之为行为外部性深度侵入宏观规制场域。例如, 企业在极度扩张的同时造成严重环境污染, 必然面临严厉的法律制裁。进入 V_3 区的实体处于高度失稳状态, 其感受到的环境应力 F_{env} 与该处的梯度模长正相关, 具体见式(4):

$$F_{env} = \lambda \cdot \nabla\Phi \quad (4)$$

式中: λ 为场强调控因子, 表征场强在不同位阶的作用效率。

$\nabla\Phi$ 刻画了规制空间的场强梯度, 反映了制度与标准在各维度的位阶分布。前面的讨论已经看到, 为

了真实反映总规制强度 ϕ ,模型还利用不同轴向 k 值的差异进行坐标修正——从高 k 轴(如政治轴)向低 k 轴(如技术轴)侧向滑动,或向原点回退。

至此,本研究建立的制度空间模型已经形成制度—标准的三维空间谱系,为进一步开展社会动力学研究奠定了基础。下面将在此基础上进行制度—标准谱系中实体的动力学分析。

3 制度—标准谱系中的动力学分析

3.1 制度—标准耦合下的逻辑构架

3.1.1 模型中的制度应力和标准应力

本模型通过实体受力分析,揭示位态合矢量的空间几何效应和治理逻辑。在三维谱系空间中,实体的最终位态 $P(x,y,z)$ 是标准应力 F_{std} 与制度应力 F_{ins} 在各维度不均衡博弈后的稳态结果。表2为制度应力和标准应力的矢量对照。

表2 制度、标准应力矢量对照			
作用源	制度属性	标准属性	合成 矢量
外部环境	实体外部的经济、 社会和政治制度的 总和 (F_{ins}^{env})	实体外部的经济、 社会和政治领域的 标准总和 (F_{std}^{env})	F_{env}
	组织制度、合规架 构、ESG 战略等 (F_{ins}^{intl})	技术规范、算法逻 辑、绩效指标等 (F_{std}^{intl})	
实体内部			F_{intl}

3.1.2 规制场域的8个卦限语义空间

本模型通过定义三维坐标轴的正负向极性,将规制场域划分为8个具有明确治理指向的卦限。

原点 $O(0,0,0)$ 被定义为治理的中性点或初始状态,而实体在场域中的位态分布取决于其所处卦限的背景场强特征。

1) 坐标轴向的治理极性定义。在规制场中,各轴向的正负代表了制度环境应力对实体导向的差异,具体见表3。

需要注意的是,制度谱系空间是中性的,不同的位置或卦限并不具有固定的社会价值标签。无论是在计划经济还是市场经济的制度环境中,只要实体处于合规的状态,制度环境就不会对它进行惩戒性干预,反而会表现为政策与机制上的支持(协同性应力),此时实体就会出现在制度空间的第一卦限。与之相反,违规的实体一旦受到制度惩罚或矫正应力(约束性应力),其坐标就会发生系统性逆转,进而出现在第七卦限。

2) 典型卦限的治理图景映射。实体的位态合矢量 R 落在不同的空间卦限,揭示了外部环境对实体施加应力的本源属性。

第一卦限(+,+,+)为制度红利引导区,特征:外部制度环境对实体在经济扩张、社会分层与政治秩序3个维度上均施加正向的协同性应力(顺推力)。在此卦限内,实体的运行机制与所在场域的外部制度场强高度顺应。这种高契合度使得实体能够充分吸收并享有该制度环境所释放的“制度红利”——无论是在计划经济体制下获得国家级资源的战略倾斜与绝对支持,还是在市场经济体制下获得对资本扩张和市场垄断的容忍与政策护航。制度环境对其不进行干预,表现为机制上的相

表3 各轴的正负代表的治理语义		
维度	正向轴(+) 治理语义	负向轴(-) 治理语义
X (经济/效率)	协同应力: 外部制度环境鼓励、顺应或匹配实体的经济扩张和规模效应	市场约束应力: 外部制度环境对实体的扩张施加反垄断、拆分、罚款或市场准入限制
Y (社会/公平)	社会包容应力: 外部制度环境默认或支持实体行为的合理性、社会互动和身份定义	社会约束或矫正应力: 外部制度环境介入, 要求实体重构公平或修正不平等
Z (政治/安全)	政治共生应力: 外部制度判定实体程序性合规, 不对实体进行干预, 但是可能有安全、环保等低摩擦约束	治权惩戒应力: 外部制度环境采用强力的行政、立法或穿透式命令, 对实体施加约束、熔断或惩罚

容与全向度的顺向赋能。

案例：全球电池碳足迹标准驱动下的供应链绿色重构。在这一路径下，国际碳足迹核算标准（如ISO 14067:2018《温室气体 产品碳足迹 量化要求和指南》）不再仅仅是孤立的技术方案，而是通过国家或区域准入法规，如《中华人民共和国节约能源法》《碳排放权交易管理暂行条例》（中华人民共和国国务院令 第775号）、欧盟的《欧盟电池和废电池法规》等，转化为高位阶的环境应力（ F_{env} ）。根据国际能源署的相关分析^[18]，实体（电池制造企业）受到的环境应力包括政府经济政策的牵引力（ $+X$ ）、整个社会对节能和减碳社会目标的共识（ $+Y$ ）以及国家能源安全（ $+Z$ ）的矢量协同。

第七卦限（ $-,-,-$ ）为制度惩戒矫正区，特征：外部制度环境对实体在经济、社会与政治3个维度上均施加负向的约束性或惩戒性应力。在此卦限内，实体的运行机制、边界划分或行为轨迹偏离了所在场域的外部制度底线。这种冲突触发了制度环境对冲或熔断机制。例如，在计划经济体制下由于违背国家指令、破坏调配秩序而受到行政制裁，或者在市场经济体制下由于资本无序扩张、侵害公众权利而受到反垄断拆分与国家治权穿透式惩罚。实体在此区域无法吸纳任何制度红利，反而要全面承受来自制度环境的干预、行为矫正与负向阻尼。

案例：南非种族隔离时期的制度和身份识别标准。南非1950年发布的《人口登记法》建立了种族隔离制度下的身份分类标准，通过法律手段强行将国民划分为不同种族等级，在制度场域中构成了高位阶的制度环境应力（ F_{env} ）。这种外部应力与个体生存、家庭认同的内生应力（ F_{intl} ）发生剧烈对冲，导致了深远的社会异化与结构性退化^[19]。

混合卦限，第八卦限（ $+, -, -$ ）为制度应力非对称区，特征：外部制度环境对实体施加了方向不一致的非对称性应力。在此卦限内，外部制度场强的 X 轴方向顺应了实体的部分行为特征，环境应力表现为正向的协同性应力（ $+X$ ）；但在另2个维度上的实

体行为却严重偏离并挑战了制度底线，从而触发了制度环境负向的约束或惩戒性应力，如（ $-Y, -Z$ ）。

案例：美国联合健康集团旗下的Optum医疗算法案。在该算法驱动的动态溢价医保标准中，实体受到商业利益的牵引（ $+X$ ），在追求极致精算效率的同时，因采用历史医疗支出作为风险预测指标，导致严重的种族歧视后果（黑人患者需达到更重的病症方能获得与白人同等的护理权）。该事件由《科学》（Science）杂志的研究揭露并引发监管风暴，结果触碰了社会公平维度的算法歧视红线（ $-Y$ ），从而激发了高位阶法律规制（ $-Z$ ）的刚性惩戒应力（ $-Z$ ），导致实体（Optum）在第八卦限的高位阶（ V_3 ）遇到非常强烈的法律制裁压力^[20]。

3.1.3 规制场域的特殊形态（ $Z=0$ ）

当 $Z=0$ 时，实体摆脱了来自国家安全或政治规制的强向心约束，进入了一个相对自由的“技术/标准—社会”博弈空间。根据 X （经济）与 Y （社会）的极性组合，该平面被划分为4个具有典型意义的象限。

1）第一象限（ $+X, +Y$ ）：自发秩序区。此象限中场强特征为（ $+X, +Y$ ），表示外部制度环境在经济效率与社会规范2个维度上同时对实体施加正向的协同性应力（顺推力）。实体的运行契合了体制在经济产出与社会分配/秩序上的双重期望，从而不会触发任何惩戒性干预，体现为制度相容。在市场经济治理语境下，它表现为奥斯特罗姆笔下的“自组织秩序”^[10]或哈耶克式的“自发进化”；技术标准在追求市场效率的同时达成了社会层面的普惠或协同。

案例：早期的互联网工程任务组（IETF）开发的TCP/IP协议（开放标准），在没有政府强制干预的情况下，通过全球市场协作实现了社会共识与经济效益的双赢。该协议簇（如RFC 791、RFC 793）基于“粗略的协商一致与运行代码”的理念演进，使得IETF面临的外部环境极为有利于全球扩张，实现了效率与合法性的双重正向耦合。在 X 轴上，全球自由贸易制度将其标准确立为降低交易成本的技术基础设施；在 Y 轴上，全球社会制度赋予了

IETF作为多利益相关方和开放标准模式的道德合法性。这种外部制度的“双推力”，共同构建了一个鼓励实体扩张的协同空间，形成了典型的自演化社会技术场域^[21]。

2) 第二象限 $(-X, +Y)$ ：社会规训/非营利支持区。此象限的场强特征为 $(-X, +Y)$ ，表示外部制度环境对被规制实体的经济扩张施加负向的约束性应力 $(-X)$ ，同时对其社会秩序维度施加正向的协同性应力 $(+Y)$ 。在此区域内，实体的经济扩张逻辑受到环境制度的严格对冲与限制，但其行为方式高度契合了该体制对社会公平、群体福祉或秩序稳定的规范期望。在非营利与公共服务语境下，它表现为对传统公益组织或福利标准的制度护航。

案例：纯粹的人道主义援助标准或某些极小众的文化保护规范。W3C的网页内容无障碍指南（Web Content Accessibility Guidelines, WCAG）是一个具体的例证^[22]。它之所以处于 $(-X, +Y, 0)$ 位态，是由其外部规制场的非对称应力决定的：首先，主流市场机制因其高昂的合规成本而施加负向排斥力 $(-X)$ ；其次，社会契约对残疾人数字包容性的全球共识为其提供了巨大的声望拉力 $(+Y)$ ；最后，在国家治理维度下，大部分国家的行政应力对于WCAG标准处于相对真空或中性状态，既无强制压制也无行政特许 $(Z=0)$ 。

3) 第三象限 $(-X, -Y)$ ：全面约束/逆向矫正区。此象限的场强特征为 $(-X, -Y)$ ，表示外部制度环境在经济运行与社会秩序2个维度上同时对实体施加负向的约束性与矫正性应力（双重阻力）。在此区域内，实体的运行逻辑与社会表现均与该体制的基准底线发生了偏离与冲突。在政治/安全力量尚未直接进行行政熔断 $(Z=0)$ 的前置阶段，外部制度场通过市场规则与社会规范对实体施加对冲与抑制。

案例：20世纪90年代初苏联解体后，俄罗斯的“易货贸易与黑帮执法”。原有的指令计划崩溃，正规法律失效，社会进入了极度混乱的无政府状态。宏观经济环境极度恶化，卢布信用破产，正规

金融与结算制度崩溃 $(-X)$ ；旧有的社会契约与道德监督体系失灵 $(-Y)$ ；国家行政权与执法权处于完全失效状态，既无法对黑帮施加有效压制，也无法对正常的契约提供保护 $(Z=0)$ 。企业为求生存，自发形成了一套基于“易货”（Barter）和“暴力保护”的默认规则和标准。这些规则既无法产生正向规模效应，又不断腐蚀社会信任^[23]。

4) 第四象限 $(+X, -Y)$ ：经济协同/社会约束区。此象限的场强特征为 $(+X, -Y)$ ，表示外部制度环境对实体的经济扩张施加正向的协同性应力 $(+X)$ ，同时对其社会互动与规范维度施加负向的约束性或矫正性应力 $(-Y)$ 。在此区域内，实体的运行机制表现出非对称性——其生产组织与效率逻辑契合了体制对特定经济产出、要素集聚或规模效益的期望，从而能够在此维度吸纳制度红利；但其社会层面的标准定义与行为模式却偏离了体制的社会稳定底线，从而触发了外部社会规范的逆向对冲。

案例：美国Uber网约车平台早期的“动态定价与任务指派算法”能够作为一种“数字处方”，绕过传统的雇佣合同。它不再是技术工具，而是作为一种高硬度的技术处方（Recipes）替代了传统的组织制度^[24]。Uber在该阶段之所以处于 $(+X, -Y, 0)$ 位态，源于外部规制场中经济推力与社会阻力的极端不对称：其经济扩张受到市场机制的强力牵引 $(+X)$ ；但它遭遇了社会传统契约的负向挤压 $(-Y)$ ；而在早期，Z轴上的治权中性 (0) 为Uber提供了一个暂时无需面对行政刚性约束的区域。这种环境组合构成了典型的野蛮生长背景，即利用法律真空期，通过经济效率的强力扩张来对冲社会声望的亏空。Uber平台通过秒级的供需匹配和动态定价，实现了极高的内部标准应力和物流效能，推动实体向经济效能高端扩张。由于算法剥离了传统的劳动保障与雇佣责任，对个体司机采取“算法屏蔽”和缺乏保障的激励机制，导致劳动者的议价能力坍塌，形成实体的位态畸变。

3.2 规制场域中实体的实际受力

本部分讨论实体在制度空间的实际受力，先

分别讨论环境应力和内生应力,再计算二者的矢量和。实体的实际受力即为环境应力和内生应力的矢量和。

3.2.1 环境应力及轴向分量计算

本模型对环境应力的矩阵化处理,借鉴了库尔特·勒温^[25]的社会场论思想,将制度压力与空间梯度相关联。针对位阶中强制性标准产生的摩擦力效应,其本质上符合威廉姆森^[7]对交易成本的界定,即实体为对齐合规边界而产生的资源损耗。而位阶所表现出的俘获效应,则与雷内·托姆的突变理论相呼应,解释了高强度规制对低位阶协调逻辑的非线性屏蔽。

1) 环境应力矩阵分布。在制度场域空间中,制度是博弈的规则^[8]。实体在经济领域(X)、社会领域(Y)、政治领域(Z)分别受到各维度的制度应力和标准应力。例如,它在经济领域(X)同时受到3个层级($V_n, n \in \{1,2,3\}$)的“3重”制度应力和“3重”标准应力。这些应力对于实体来说都是外部的环境应力。以此类推,实体在社会轴向(Y)和政治轴向(Z)的受力种类数量遵循相同的规律。因此,实体受到环境的“9重”制度应力(F_{ins,d,v_n}^{env})和“9重”标准应力(F_{std,d,v_n}^{env})。表4为所有外部环境18重应力形成的矩阵分布。环境应力的核心逻辑是描

述外部世界(国家、市场、行业)对实体的约束,体现了外部制度复杂性对实体的阻尼效应^[26]。

实体在空间某一点(x, y, z)受到的环境应力矢量(F_{env}),见式(5):

$$F_{env} = \sum_{d \in \{x,y,z\}} F_d^{env} \cdot e_d \quad (5)$$

式中: F_d^{env} 为对应轴向的环境应力分量; e_d 为对应轴向的标准单位矢量,定义了制度谱系空间的3个正交基底,其模长均为1,即 $|e_d|=1$ 。

F_{env} 的模长计算公式,见式(6):

$$|F_{env}| = \sqrt{F_x^2 + F_y^2 + F_z^2} \quad (6)$$

2) 环境应力轴向分量 f_d^{env} 的确定规则。对于每一个维度 $d (d \in \{x,y,z\})$ 上的总应力分量 F_d^{env} 的计算,本模型采用分层嵌套式应力合成法,即在层内采用加权法,而层间采用极值法。例如,对于X轴向的3层应力分别进行计算,每层的所有力采用加权求和的办法。对于第 d 轴 V_n 层的环境应力的加权求和见式(7):

$$f_{d,v_n}^{env} = k_d \cdot \lambda_{v_n} \cdot \left[\sum_{i=1}^m (w_{i,ins} \cdot F_{i,d,ins}) + \sum_{q=1}^l (w_{q,std} \cdot F_{q,d,std}) \right] \quad (7)$$

表4 外部环境18重应力矩阵分布

维度	层级	制度应力示例 (ins)	标准应力示例 (std)	治理特征
X (经济)	V_1	行业潜规则/信用习惯	行业默认的推荐接口	背景噪声/软约束
	V_2	税收优惠、商业贸易合同	自愿性产品检验和认证标准	运行摩擦/正向牵引
	V_3	反垄断法/税法	跨境结算安全标准、强制性认证标准	位阶俘获
Y (社会)	V_1	社会公平观、弱势群体保护	算法伦理共识、隐私、审美直觉	软约束
	V_2	行业准入协议与平台治理公约	环境保护/碳排放标准	运行摩擦
	V_3	劳动法、个人信息保护法	无障碍强制性标准	位阶俘获
Z (政治)	V_1	国家认同感、制度文化忠诚	行业互惠惯例、网络空间的技术伦理	软约束
	V_2	主权债务条约、双边安全协议、政策激励/战略合作伙伴协议	SWIFT/跨境支付标准、数据主权	运行摩擦/正向牵引
	V_3	宪法/国家安全法	核心技术受控标准	刚性修正

式中: $f_{dv_n}^{\text{env}}$ 为 $d(d \in \{x, y, z\})$ 维度在 V_n ($n \in \{1, 2, 3\}$) 层级的综合环境应力; $F_{i,d,\text{ins}}$ 和 $F_{q,d,\text{std}}$ 分别为归一化且带有正负号的层内制度和标准应力分量, 其取值范围定义在 $[-1, 1]$, 与实体扩张方向 (由内向外) 一致则取正值 (牵引/激励), 相反则取负值 (摩擦/惩戒); $w_{i,\text{ins}}$ 和 $w_{q,\text{std}}$ 为该层内制度和标准的权重系数, 应满足归一化约束 $\sum w_{i,\text{ins}} + \sum w_{q,\text{std}} = 1$ 。

这一约束确保了总环境应力 f^{env} 在该层级对各项制度力合成的合理性, 避免因制度/标准项目增加导致的数值虚高。

该公式通过位阶调控因子 λ_{V_n} 实现规制场强梯度的层级映射。依据式 (1)、式 (4) 和归一化的制度空间3层边界值 (0.33, 0.66, 1.0), λ_{V_n} 的建议取值如下 (见图4):

当 $\lambda_{V_1} = 0.1$ (低敏感/背景层), 体现非正式规制的弱耦合性;

当 $\lambda_{V_2} = 0.44$ (中敏感/博弈层), 反映制度适配成本与摩擦系数;

当 $\lambda_{V_3} = 1.0$ (高敏感/刚性层), 体现法律红线的强约束与刚性压制。

这种设定使得实体发生跨位阶跃迁时, 即使底层制度分量 F 变化平缓, 通过 λ_{V_n} 的阶跃变化, 依然能反映显著的应力突变。在实证研究中, w 与 F 可通过专家打分法、客观赋权法确定。公式 (7) 中的 k 为刚性系数, 详见 2.2.4。

式 (7) 通过数学建模, 真实复现了社会规制的层级演化逻辑。首先, 分量 F 的极性设定捕捉了制度从“激励”到“惩戒”的谱系演变, 定义了实体在社会场域中的受力。其次, 权重 w 的引入将复杂的制度环境简化为一种基于社会关注度的博弈均衡, 避免了制度和标准的数量堆砌带来的认知过载。最为关键的是, 位阶调控因子 λ_{V_n} 的阶跃设计, 能够深刻揭示治理逻辑从非正式约束 (V_1)、契约博弈 (V_2) 向法律刚性 (V_3) 的本质跨越。这解释了实体为何在大部分时间内感受到的是微弱的“制度摩擦”, 而一旦侵入敏感轨道 (V_3), 则会瞬间触发系统性的规制突变。这一逻辑确保了模型既能模拟日常的社会互动, 也能解释极端的合

规危机。

在维度 d ($d \in \{x, y, z\}$) 上的制度环境总应力 F_d^{env} 遵循极值选取法, 具体见式 (8):

$$F_d^{\text{env}} = \text{sgn}(f_{\text{max}}) \cdot \max(|f_{d,V_1}|, |f_{d,V_2}|, |f_{d,V_3}|) \quad (8)$$

式中: $\max$ 为最大值函数; $\text{sgn}(x)$ 为符号函数, 当 $x > 0$ 时取 +1, 当 $x < 0$ 时取 -1。

式 (8) 刻画了规制场中的位阶俘获与噪声淹没效应。在多重制度交织的环境下, 低位阶应力项常被视为系统背景波动, 而主导实体位态质变的始终是幅值最大的主导应力。

这种逻辑表现为, 当实体位态侵入高位阶 V_{n+1} 时, 系统将自动过滤 V_n 及其以下能级的信号输入。这反映了治理现实中的应力排他性——在行政强制与法律威慑 (V_3) 介入的瞬时, 原有的契约调节或行业自律 (V_2) 因其响应模长远小于主导应力, 而被判定为背景噪声, 系统从而实现从线性成本优化向非线性刚性约束的逻辑切换 (参考布莱恩·阿瑟关于非线性系统和正反馈的论述)。其中的符号函数 $\text{sgn}(f_{\text{max}})$ 继承了主导应力的极性。在规制约束情境下, 该符号表现为对位态偏离的向心抑制; 在制度红利情境 (如政策激励、行业扶持等) 下, 则表现为对演化扩张的同向加速。

环境应力由此展现出性质的不对称性: 在 V_2 位阶时, 应力表现为激励与摩擦并存的弹性博弈态, 支持正向牵引与内生动力的协同; 一旦触发 V_3 违规逻辑, 环境应力将瞬间激活为极高幅值的负向惩戒力, 强制修正实体位态。

3.2.2 内生应力及轴向分量计算

实体的内生应力源于其内部资源的动态演化与战略目标的驱动, 其定义见式 (9):

$$F_{\text{intnl}} = \sum_{d \in \{x, y, z\}} F_d^{\text{intnl}} \mathbf{e}_d \quad (9)$$

式中: F_d^{intnl} 为对应轴向的内生应力分量; $\mathbf{e}_d$ 为对应轴向的单位分矢量。

依据伊迪丝·彭罗斯的企业成长理论^[27], 组织通过利用剩余资源以实现规模扩张的本能, 为

式(9)中 F_{intnl} 提供了动力基础。同时,结合唐纳德·汉布里克和菲利斯·梅森的高阶理论^[28],实体的内生应力受其内部决策偏好权重 w 的显著影响。在不同位阶上,这种动力表现出不同的治理特征:在 V_1 位阶,表现为理查德·纳尔逊和悉尼·温特所述的组织惯例与基因惯性^[29];而在 V_3 位阶,实体则体现出迈克尔·詹森和威廉·梅克林代理理论所述的内部合规与自我规制行为^[30]。

1) 实体内生应力场分量矩阵。依据本文的定义,实体是具有特定技术特征与制度身份的独立

受力单元,它的行为目的性必须通过自身的技术/标准和组织制度发挥作用^[31],由此形成实体的内生应力。这种内生应力主要是为实体的行为目标服务,在制度场域当中与外部环境应力发生相互作用,如表现为实体对外部环境压力的回应^[32]。内生应力是系统维持有序性、不断向外部环境获取负熵(资源/空间)的动力表现^[33]。表5为实体内生应力场分量矩阵,表6为环境应力和内生应力的作用机制。

本模型强调,数字化的集成标准因其不可违

表5 实体内生“18重”应力场分量(F_{intnl})的矩阵

维度	层级	制度应力示例 (ins)	标准应力示例 (std)	动力特征
X (经济)	V_1	企业风险偏好、精益文化	技术迭代惯性、经验惯例	本能驱动
	V_2	利润中心目标、绩效合同	制造业产品和工艺标准、生产排程算法	目标驱动
	V_3	内部财务合规审计系统	企业ERP/MES流程硬约束与集成标准	自我俘获
Y (社会)	V_1	企业社会责任观	内部沟通语境、产品交互美学惯例	文化共振
	V_2	员工期权协议、福利合同	薪酬对标算法、投诉机制的流程	组织博弈
	V_3	环境社会治理 (ESG) 架构、内部多元化政策	职业安全强制性标准管理内化	合规内化
Z (政治)	V_1	组织忠诚度、极客/安全精神	代码风格、系统架构的闭源/开源策略	认同内敛
	V_2	战略合作伙伴关系协议	金融系统中的国产密码算法适配标准	战略协同
	V_3	政治合规审查、敏感期管理	企业核心数据库的底层加密/脱敏规范	生存刚性

表6 环境应力和内生应力的作用机理

位阶及其性质	环境应力机制	内生应力机制	核心特征
V_1 非正式位阶	社会渗透	路径依赖	背景噪声
	表现为行业潜规则、社会声誉等。它影响实体的初始取向	表现为组织本能、技术惯性等。它是实体由于过去的选择而形成的“惯性偏好”	决定了实体演化的“初始位态”
V_2 弹性标准位阶	规范博弈	契约交换	运行摩擦力/扩展力
	表现为行业标准、贸易契约等。它是通过“协商与对等”发挥作用的半刚性约束	表现为绩效指标、利润中心对赌等。它是实体内部基于利益分配的调节机制	提供“牵引”或“摩擦”,是实体优良发展的主要场域
V_3 刚性红线位阶	位阶俘获	硬嵌入路径锁定	强规制力/修正力
	表现为法律制裁、国家安全红线。一旦触发,环境将释放压倒性的强制力	表现为财务自律系统、ERP/MES流程硬化、熔断机制。它是实体的“防错闸门”	不可协商性。任何轴向触发均导致演化轨迹的剧烈折回

抗的自动化特征——代码嵌入形成的路径锁定机制具有法律般的刚性^[5]，如企业ERP/MES流程中的硬约束与集成标准。这一特征使其在组织内部实际上扮演了“数字法律”的角色，因此应将其划入“内生 V_3 位阶”。

2) 内生应力轴向分量 F_d^{intl} 的计算规则。对于每一个维度 d ($d \in \{x, y, z\}$) 上第 V_n 位阶的内生综合应力分量 f_{d,V_n}^{intl} 的计算，同样采用分层嵌套式应力合成法，即在层内采用加权法，而层间采用极值法。首先用加权求和的办法计算每一层制度和标准的合力，具体见式(10)：

$$f_{d,V_n}^{\text{intl}} = k_d \cdot \lambda_{V_n} \cdot \left[\sum_{i=1}^m (w_{i,\text{ins}} \cdot F_{i,d,\text{ins}}) + \sum_{q=1}^l (w_{q,\text{std}} \cdot F_{q,d,\text{std}}) \right] \quad (10)$$

式中： λ_{V_n} 的建议取值与式(7)中 λ_{V_n} 的建议取值相同。但 λ_{V_n} 的含义与式(7)中的 λ_{V_n} 含义不同。式(7)中的 λ_{V_n} 为规制强度(0.1→1.0，数值越大表示规制越强)，而在内生应力中 λ_{V_n} 为实体的扩张收益激励因子。

它刻画了实体对利益的渴望程度，尤其是 $\lambda_{V_3}=1.0$ 的设定，精准模拟了在超额利润诱惑下资本产生突破法律边界(V_3)的强烈违规冲动。本模型中的内生应力也是有方向的：实体扩张方向(由内向外)的力取正值，反之取负值。方向定义的演化含义为：内生应力以由内向外的扩张方向为积极性，这不仅代表了企业的扩张雄心，更定义了组织的生命力指向。当内生应力由于内部管理收缩而转为负值时，模型能够灵敏地捕捉到实体从扩张/违规态向合规/坍塌态的逻辑转折。

内生应力与环境应力在数学结构上共享了权重系数，分别是 $w_{i,\text{ins}}$ 、 $w_{q,\text{std}}$ ，但其赋值内涵存在方向性差异。共享权重系数 w 揭示了社会价值与组织偏好的对立统一：环境权重 w 反映了社会系统的价值排序(如对环保或安全的重视)，而内生权重 w 则映射为实体的决策偏好。当环境权重与内生权重的取值发生偏离时，即预示了制度摩擦的产生。上述分层

嵌套规则 $\sum w_{i,\text{ins}} + \sum w_{q,\text{std}} = 1$ 同样适用于本公式。

环境与内生的分量 F 与系数 k_d 具有对称性。环境的 $F_{i,d,\text{ins}}$ 和 $F_{q,d,\text{std}}$ 测度的是外部对实体进行规制的阈值强度，而内生的 $F_{i,d,\text{ins}}$ 和 $F_{q,d,\text{std}}$ 测度的是实体扩张的动力幅值。这种参数定义的对称性，确保了后续合力计算时扩张推力与规制阻力能够在同一量纲下进行计算。公式中的 k_d 意义也不同：环境应力里的 k_d 表示环境的“硬度”，而内生应力的 k_d 代表实体扩张的“刚性”。

在计算出每个轴向3层的内生应力分量 f_{d,V_n}^{intl} 之后，就可以按照极值法计算轴向内生的总应力 F_d^{intl} ，具体见式(11)：

$$F_d^{\text{intl}} = \text{sgn}(f_{\max}) \cdot \max(|f_{d,V_1}|, |f_{d,V_2}|, |f_{d,V_3}|) \quad (11)$$

与环境应力主要表现为向心规制特征相反，内生应力 F_d^{intl} 则主要刻画了实体的扩张本能。式中引入的 $\text{sgn}(f_{\max})$ 能够确保实体在扩张时期的内生应力方向指向扩张向外的方向。这种设定揭示了规制博弈的本质：当实体处于 V_2 博弈层时，若内生应力(扩张收益)的幅值超过了环境应力(摩擦成本)，实体将表现为向 V_3 层的进一步侵入；反之，则表现为向合规位阶(V_2)的回撤。内生应力的极值选取，反映了实体在多重利益驱动下，始终追逐边际效用最大化路径的决策特征。

3.3 实体定位和受力分析

3.3.1 实体所在卦限和位态判定

在制度空间中，判定实体所处的卦限并确定其精确位置 $P(x, y, z)$ ，是进一步分析其受力状态与演化趋势的前提。

1) 环境应力测算与卦限判定。首先，通过实证分析法律/政策强度指标、市场景气指数、社会舆论、各类标准等评分等，并代入式(7)，以及通过公式(8)分别测算出实体在3个维度上承受的外部环境应力分量： F_x 、 F_y 和 F_z 。根据3个分量的符号组合($\text{sgn } F_x, \text{sgn } F_y, \text{sgn } F_z$)，即可快速判定实体被制度场定位在制度空间的哪一个卦限。例如， $(+, -, 0)$ 表示位于X轴正向、Y轴负向、Z轴为零，

即X-Y平面上的第四象限(属于卦限边界情形)。

2) 实体坐标 $P(x, y, z)$ 的计算。在已知环境应力分量及规制刚性系数 k 的前提下(见2.2.4), 依据式(3)和式(4)解分量方程, 具体见式(12)~式(14):

$$F_x = 2k_x x \Rightarrow x = \frac{F_x}{2k_x} \quad (12)$$

$$F_y = 2k_y y \Rightarrow y = \frac{F_y}{2k_y} \quad (13)$$

$$F_z = 2k_z z \Rightarrow z = \frac{F_z}{2k_z} \quad (14)$$

解得的坐标点 $P(x, y, z) = P\left(\frac{F_x}{2k_x}, \frac{F_y}{2k_y}, \frac{F_z}{2k_z}\right)$, 标识了实体在制度空间中的位置。该位置反映了实体在特定制度应力作用下所占据的生存生态位。

3.3.2 实体的受力分析

已经确定实体在场域中受到的环境应力 F_{env} , 以及实体的内生应力 F_{intnl} 。由图2可得合力公式, 具体见式(15):

$$F_{ent} = F_{env} + F_{intnl} \quad (15)$$

在社会学意义上, F_{ent} 刻画了实体在结构性压力下的行为偏转趋势; 在经济学意义上, 它反映了收益激励与规制成本对冲后的边际均衡; 在政治学意义上, 它预示了行动者与规制边界之间的张力状态。通过 F_{ent} 的计算, 可以预判实体在合规轨道上的稳定性, 及其触发位阶跃迁(如制度突破或违规危机)的可能性。

本研究强调, 实体在规制空间中的卦限归属是由环境应力的矢量特征(尺度与方向)决定的, 它表征了制度空间对实体施加的约束强度与阻尼特性; 而实体在特定卦限中的演化表现则取决于其内生应力的特征, 它作为实体的扩张牵引力或收缩调整动力, 决定了实体在多重规制对冲下的演化效率与最终轨迹。

环境应力与内生应力之间可能存在同向、反

向或成夹角 θ ($0^\circ < \theta < 180^\circ$) 的关系。以下讨论实体在不同动力学情境下的受力状态:

1) 受力平衡下的稳态。当 F_{env} 与 F_{intnl} 方向相反且 $|F_{env}| = |F_{intnl}|$ 时, 实体处于制度稳态。这标志着实体的技术业务扩张与环境规制达到了完美的契合, 实体在场域空间中既无越轨压力, 也无增长预期。此时, 实体(组织)通常运行合规, 处于 V_2 位阶, F_{env} 主要体现为法律引用的标准(如环保、能源、安全等)所施加的成本。

2) 规制俘获下的向心收缩。当 $|F_{env}| > |F_{intnl}|$ 且两力方向相反时, 环境规制占据主导。实体可能进入 V_3 位阶, 触及法律红线, 或在 V_2 位阶面临严格的契约/标准约束(如强制性环境认证), 甚至在 V_1 位阶受到强大的社会舆论抵制。合力的向心极性强迫实体采取向中心靠拢的收缩策略。

3) 创新驱动下的规制突破。当 $|F_{intnl}| > |F_{env}|$ 且两力方向相反时, 代表先进生产力的内生应力将激发出突破旧有规制的力量。这种离心冲动通常发生在现有规制落后于技术发展的阶段, 实体的扩张行为将产生制度摩擦, 迫使外部制度进行调整与重构。

4) 非共线对冲下的空间偏转。当两力之间存在夹角 θ 时(即不共线), 实体发生不平衡对冲。例如, 实体的X轴(经济效能轴)在 V_2 位阶表现为正向扩张, 而Z轴(政治安全轴)在 V_3 位阶遭遇负向规制压力, 这说明实体没有处于合规状态, 其内生应力的非常规扩张引起了外部环境规制应力的反应。此时 F_{env} 和 F_{intnl} 之间夹角为钝角耦合, 即 $90^\circ < \theta < 180^\circ$ 。这种轴间应力差产生的扭矩导致合矢量 F_{ent} 发生极性偏转, 迫使实体偏离理想扩张路径, 进入复杂的位态演化轨道。

5) 锐角耦合的协同演化。当 F_{env} 和 F_{intnl} 夹角满足 $0^\circ < \theta < 90^\circ$ 时, 属于锐角耦合。此时应力耦合的性质不仅取决于夹角, 更取决于其所处的空间位态。在正向价值区间(如在第一卦限), 锐角耦合表现为政策激励下的牵引力, 内生动力与环境制度红利大方向一致, 形成协同和叠加效应; 合力 F_{ent} 的模长显著大于 F_{env} 和 F_{intnl} 单一值, 实体的适配成本降

低, 不仅易于维持高合规位态, 而且可能驱动实体实现跨越式位阶跃迁。在负向价值区间 (如在第七卦限), 锐角耦合则说明实体因生存本能而产生的应力, 屈服于非正义法治环境应力的方向, 与扭曲的制度达成负向协同并加速沉沦 (某些历史时期基于歧视性法律的制度安排, 如南非种族隔离时期的皮肤测试界定种族身份)。

6) 位阶跃迁的治理内涵。实体的位阶跃迁具有不同的治理内涵: 从 V_1 位阶向 V_2 位阶的跃迁通常表现为治理的有序化与标准化, 能够获得政策红利的持续正向牵引; 而从 V_2 位阶向 V_3 位阶的跃迁则往往伴随着对法律红线的入侵, 将触发环境应力的应激性惩戒, 可能导致实体的位态坍塌。 V_3 位阶具有极性切换特征, 实体在合规态时它没有显著反应, 一旦实体“入侵”进入该区域, 它会瞬间激发出极大的惩戒向心应力。因此, 本模型认为, 实体的动力学最优解是在 V_2 位阶内部实现“合规性扩张”, 即在不触发 V_3 高强度惩戒力的前提下, 最大化内生应力与环境牵引力的协同效应。

7) V_3 位阶的应力来源。在多维受力分析中, 需要特别厘清 V_3 位阶 (刚性规制力) 的来源及其轴向表现。尽管本文在建模中常将强力的行政/法律介入视为 Z 轴 (政治/安全) 的主导应力, 但在治理实务中, V_3 级别的刚性约束实际上分布于全维度空间:

轴向红线的独立性。每个维度均存在不可逾越的法律红线。 X 轴的 V_3 对应经济层面的重特大违规 (如大规模金融诈骗或严重的垄断行为); Y 轴的 V_3 对应社会层面的公共利益严重受损 (如特大安全事故或环境灾难)。

一轴触红线, 全域回撤的联动效应。由于行政与司法权力 (属于 Z 轴范畴) 通常是规制手段的最终执行载体, 当实体在 X 轴或 Y 轴触碰 V_3 红线时, 规制压力往往通过 Z 轴的强制力集中释放。

极值法的治理含义。依据式 (8) 的极值判别逻辑, 任何一个轴向上的应力一旦被激活, 其巨大的向心幅值将瞬间主导合力 F_{ent} 的方向。这种高压传导机制确保了模型能够真实还原现实中“一票否决制”的规制逻辑, 即无论其他维度多么合规,

单一维度的严重违规都将导致实体整体位态的剧烈坍塌。

以上通过引入规制空间理论, 完成了对实体演化动力学的逻辑建模。通过对环境应力 (F_{env}) 与内生应力 (F_{intnl}) 中制度和标准矢量的合成和对冲分析, 界定了实体在文化惯例 (V_1)、契约 (V_2) 与法律 (V_3) 不同位阶下的受力特征。研究表明, 规制场强分布线不仅构成了实体的外部约束, 也通过与内生动力的耦合决定了实体的位态演化轨迹。本部分构建的应力分析框架为量化研究复杂的制度和标准博弈提供了形式化工具, 为后续展开制度变迁与合规策略的深度讨论奠定了理论基础。

4 结论与展望

本文提出并构建了一个基于社会物理学视角的规制空间动力学模型, 系统探讨了标准在制度谱系中的定位及其对实体行为的影响, 得出以下结论:

1) 制度与标准并非静态的条文集合, 而是在三维场域中不断对冲的动态应力。通过将实体的扩张本能与环境的规制刚性进行矢量化处理, 成功解释了实体如何通过内生动力与外部环境应力的对冲或协同, 在不同的位阶之间实现演化。

2) 标准在制度谱系中处于关键的中观位阶, 是政策红利释放的牵引区。对于社会治理而言, 最优的路径并非无限度的行政强制, 而是通过优化中观位阶的标准设计, 产生正向牵引力, 驱动实体在合规范围内实现高质量发展。这一发现为解决规制俘获与创新抑制之间的矛盾提供了新的理论解释。

本研究的政策启示在于, 监管者应意识到不同维度 (经济、社会、政治) 下法律红线的差异性与联动效应, 有效的规制体系应当建立“一轴触线、全域预警”的动态监测机制。本研究的局限性与展望在于, 虽完成了严密的逻辑建模, 但受篇幅限制, 未对特定行业 (如互联网平台、新能源汽车等) 进行深入的案例映射。后续研究将利用本模型提供的“18重应力矩阵”, 引入具体的实证数

据,通过数值模拟与轨迹追踪,进一步验证模型在解释企业违规风险预警、制度变迁路径等现实问题的有效性。本研究成果可为未来社会经济

系统中的制度、标准与组织的数字孪生研究提供理论基础,特别是对基于数字技术和AI技术的经济社会系统研究具有重要的应用前景。

致谢:

作者衷心感谢白殿一、余江、毛逸舒、方放、胡业飞、贾开、闫新民、胡关子、陈洪超、赵文慧、张嵩、袁宇、周立军、余晓、张伟群、丁文兴、孙振民、Dieter Ernst、Daniel Fuchs、Nicolas Huppenbauer、Marianne von Blomberg 等同仁抽出宝贵时间阅读本文,与作者进行开诚布公的交流和和深入讨论,并给予热心点评和修改建议,但要强调作者文责自负。

参考文献

- [1] Busch L. Standards: Recipes for Reality[M]. Cambridge, MA: MIT Press, 2011.
- [2] De Vries H J. Standardization: A business approach to the role of national standardization organizations[M]. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1999.
- [3] 亨利·明茨伯格. 卓有成效的组织[M]. 魏青江, 译. 北京: 中国人民大学出版社, 2007.
- [4] 理查德·斯科特. 制度与组织: 思想观念与物质利益[M]. 姚伟, 王黎, 译. 3版. 北京: 中国人民大学出版社, 2010.
- [5] Lessig L. Code: And other laws of cyberspace[M]. New York: Basic Books, 1999.
- [6] Reidenberg J R. Lex informatica: the formulation of information policy rules through technology[J]. Texas Law Review, 1997, 76: 553-593.
- [7] Williamson O E. The new institutional economics: taking stock, looking ahead[J]. Journal of Economic Literature, 2000, 38 (3): 595-613.
- [8] 道格拉斯·C·诺斯. 制度、制度变迁与经济绩效[M]. 杭行, 译. 上海: 上海人民出版社, 2014.
- [9] 皮埃尔·布迪厄, 华康德. 实践与反思: 反思社会学导引[M]. 李猛, 李康, 译. 北京: 中央编译出版社, 2004.
- [10] Ostrom E. Understanding institutional diversity[M]. Princeton, NJ: Princeton University Press, 2005.
- [11] Hancher L, Moran M. Capitalism, culture, and economic regulation[M]. Oxford: Oxford University Press, 1989.
- [12] Helbing D, Molnar P. Social force model for pedestrian dynamics[J]. Physical Review E: Statistical Physics, Plasmas, Fluids, and Related Interdisciplinary Topics, 1995, 51 (5): 4282-4286.
- [13] 单庆超, 张秀媛, 张朝峰. 社会力模型在行人运动建模中的应用综述[J]. 城市交通, 2011, 9 (6): 71-77.
- [14] Brunsson N, Jacobsson B. A world of standards[M]. Oxford: Oxford University Press, 2000.
- [15] 王思斌. 社会学教程[M]. 北京: 北京大学出版社, 2021.
- [16] 郑杭生, 李强, 李路路, 等. 社会学概论新修[M]. 5版. 北京: 中国人民大学出版社, 2019.
- [17] 王平. 基于多学科观点的标准和标准化基本概念[J]. 标准科学, 2020 (7): 28-38.
- [18] International Energy Agency (IEA). Global EV Outlook 2024: Policy frameworks and standard implementation[EB/OL]. [2026-05-22]. <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2024>.
- [19] South African History Online (SAHO). A history of Apartheid in South Africa[EB/OL]. [2026-05-22]. <https://sahistory.org.za/article/history-apartheid-south-africa>.
- [20] Business Insider. An algorithm gave treatment to white patients over sicker black ones[EB/OL]. [2026-05-22]. <https://www.businessinsider.com/an-algorithm-treatment-to-white-patients-over-sicker-black-ones-2019-10>.
- [21] Abbate J. Inventing the Internet[M]. Cambridge, MA:

(下转第44页)

- [10] 张奂奂, 吴应辉. 新加坡中小学教材制度变迁的动力机制与内在逻辑: 兼论中国教材“走出去”战略[J]. 全球教育展望, 2026, 55(1): 15-29.
- [11] 霍哲, 珺施琴. 美国标准化教育整体布局研究[J]. 标准科学, 2024(5): 15-18.
- [12] 梁迎丽, 刘陈. 人工智能教育应用的现状分析、典型特征与发展趋势[J]. 中国电化教育, 2018(3): 24-30.
- [13] 刘飞, 吴辉. 智能向善: 人工智能价值对齐的人文建构[J]. 成都理工大学学报(社会科学版), 2025, 33(5): 34-44.
- [14] T/CADPA 55—202 高等教育数字教材核心元数据[S].
- [15] 李晓锋, 孙燕. 数字教材的属性特征及标准规范体系研究[J]. 出版科学, 2021, 29(3): 42-49.
- [16] 吴鹏飞, 郭鹏, 耿鹏, 等. 基于大模型和多源学习资源数据的课程知识图谱建设研究[J]. 中国信息技术教育, 2025(21): 97-101.
- [17] 刘思薇, 刘婷婷, 程永红. 数字教育标准化现状研究[J]. 标准科学, 2024(6): 53-59.
- [18] 马伊硕. 新时代教育出版质量管理探索[J]. 科技与出版, 2026(5): 57-65.
- [19] 刘超. 人工智能时代的教育出版: 挑战、机遇与转型路径探索[J]. 科技与出版, 2025(3): 28-37.
- [20] 代杨. 从数字教材出版到学习场景构建: 面向智慧教育的教育出版企业知识服务[J]. 出版科学, 2022, 30(4): 83-91.
- [21] 封云, 李菊萍, 刘石柱. 教育出版服务数字化转型的探索[J]. 出版广角, 2019(13): 58-60.
- [22] 田景春, 文华国, 张翔, 等. 沉积地质学研究生系列教材持续建设探索一: 以成都理工大学为例[J]. 成都理工大学学报(社会科学版), 2024, 32(6): 103-112.
- [23] 张艳川. 音乐教育的AI赋能: 从理论到实践的范式转型与评价体系创新[J]. 成都理工大学学报(社会科学版), 2025, 33(6): 139-148.

(上接第22页)

- MIT Press, 1999.
- [22] W3C. Web content accessibility guidelines (WCAG) 2 overview[EB/OL]. [2026-05-22]. <https://www.w3.org/WAI/standards-guidelines/wcag/>.
- [23] Woodruff D. Money unmade: barter and the fate of russian capitalism[M]. Ithaca, NY: Cornell University Press, 1999.
- [24] Lee M K, Kusbit D, Metsky E, et al. Working with machines: The impact of algorithmic and data-driven management on human workers[C]// Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems. New York: ACM, 2015.
- [25] Lewin K. Field theory in social science: selected theoretical papers[M]. Cartwright D, ed. New York: Harpers, 1951.
- [26] Hood C. The art of the state: Culture, rhetoric, and public management[M]. Oxford: Oxford University Press, 1998.
- [27] Penrose E T. The theory of the growth of the firm[M]. 3rd ed. Oxford: Oxford University Press, 1959.
- [28] Hambrick D C, Mason P A. Upper echelons: the organization as a reflection of its top managers[J]. Academy of Management Review, 1984, 9(2): 193-206.
- [29] Nelson R R, Winter S G. An evolutionary theory of economic change[M]. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1985.
- [30] Jensen M C, Meckling W H. Theory of the firm: Managerial behavior, agency costs and ownership structure[C]// Corporate Governance: A Synthesis of Theory, Research, and Practice. Gower, 2019: 77-132.
- [31] Eisenhardt K M. Agency theory: an assessment and review[J]. Academy of Management Review, 1989, 14(1): 57-74.
- [32] Oliver C. Strategic responses to institutional processes[J]. Academy of Management Review, 1991, 16(1): 145-179.
- [33] Prigogine I. From being to becoming: time and complexity in the physical sciences[M]. San Francisco, CA: W. H. Freeman & Co., 1980.