doi. 10. 3724/1005-0566. 20260403

开源组织模式、创新成本与政策效果感知：来自中国开源组织的经验证据

王　哲[1,2]，薛　澜[3,4]

（1. 北京航空航天大学人文社会科学学院（公共管理学院），北京　100191；
2. 复杂关键软件环境全国重点实验室，北京　100191；
3. 清华大学公共管理学院，北京　100084；4. 清华大学苏世民书院，北京　100084）

摘　要：开源创新作为人工智能生态中的关键组织模式，对技术发展与高质量创新具有战略意义。随着“深度求索”“千问”等开源大模型全球应用，中国开源组织模式备受关注。然而，学界对其在国家政策引导下的政策效果感知机制仍缺乏系统研究。本文基于全国性问卷调查，分析不同组织模式下开源创新行为与政策感知的关系。研究发现：在普遍性政策环境下，层级化程度较低的开源组织政策效果感知显著更强；该关系通过创新成本中介实现：行为激励成本与产出确权成本具有正向中介效应，表明适度治理投入与清晰成果归属可增强政策感知；规则协调成本则呈负向中介效应，反映制度摩擦会削弱感知；产出确权成本对资金配置感知影响尤为突出。结果揭示了不同类型创新成本在政策感知中的异质性作用，表明治理性与协调性成本影响方向相反。研究基于中国开源组织实践的经验证据，表明开源治理并非单纯社区自治，而是一种制度嵌入型的混合治理模式，从而为优化政策设计、组织治理及推动人工智能创新生态发展提供理论与实践参考。

关键词：开源组织；政策效果感知；创新成本；治理模式；高质量发展

中图分类号：F49　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：1005－0566(2026)04－0016－16

Open-source organizational modes, innovation costs, and perceived policy effects: Empirical evidence from Chinese open-source organizations

WANG Zhe[1,2], XUE Lan[3,4]

(1. *School of Humanities and Social Sciences (School of Public Administration), Beihang University, Beijing* 100191, *China*
2. *State Key Laboratory of Complex & Critical Software Environment (SKLCCSE), Beijing* 100191, *China*
3. *School of Public Policy and Management, Tsinghua University, Beijing* 100084, *China*
4. *Schwarzman College, Tsinghua University, Beijing* 100084, *China*)

Abstract: Open-source innovation, as a pivotal organizational model in the artificial intelligence (AI) ecosystem, holds strategic significance for technological advancement and high-quality innovation. With the global adoption of open-source large AI models such as DeepSeek and Qwen, China's open-source organizational models have drawn increasing

基金项目：全国哲学社会科学基金项目“人工智能国际治理趋势及对策研究”(25&ZD144)；中国工程院资助项目“提升新兴产业体系安全的若干重大问题研究”(2025-PP-11)；国家资助博士后研究人员计划(GZC20252702)；复杂关键软件环境全国重点实验室探索性自选课题(SKLCCSE-2025ZX-25)；中央高校基本科研业务费专项资金项目(KG16376201)；国家网络空间安全国家科技重大专项(2025ZD****)。

作者简介：王哲(1993—)，女，江苏南京人，北京航空航天大学人文社会科学学院(公共管理学院)助理教授，硕士研究生导师，复杂关键软件环境全国重点实验室青年骨干，管理学博士，研究方向为开源创新生态、人工智能治理、创新管理与政策。通信作者：薛澜。

international attention. Yet, scholarly understanding of how these organizations perceive the effectiveness of national open-source innovation policies-and the underlying mechanisms-remains underexplored. Drawing on a nationwide survey of Chinese open-source organizations, this study examines the relationship between organizational modes of open-source innovation and policy effectiveness perceptions. Findings reveal that, under broadly implemented national policies, organizations with lower levels of hierarchical structure report significantly stronger policy effectiveness perceptions. This relationship is mediated by innovation-related costs: behavioral incentive costs and output appropriation costs exhibit positive mediating effects, indicating that moderate governance investment and clear attribution of outputs enhance policy perception; in contrast, regulatory coordination costs show a negative mediating effect, reflecting how institutional friction and coordination burdens diminish perceived policy efficacy. Notably, output appropriation costs exert a particularly pronounced influence on perceptions of funding allocation. These results uncover the heterogeneous roles of distinct innovation costs in shaping policy perceptions, highlighting opposing directional effects of governance-oriented versus coordination-oriented costs. Empirically grounded in China's open-source practices, the study further demonstrates that open-source governance is not merely community self-governance but rather an institutionally embedded hybrid governance model. The findings offer valuable theoretical and practical insights for refining policy design, optimizing organizational governance, and fostering the development of AI innovation ecosystems.

Key words: open-source organizations; perceived policy effectiveness; innovation costs; governance models; high-quality development

在数字经济加速发展的背景下,创新模式正在从以企业为中心的组织内部创新,向多主体协同参与的开放式创新转变。其中,开源创新作为一种以开放协作、知识共享为核心特征的新型创新范式,正在成为推动技术进步与产业升级的重要力量。无论是在基础软件、人工智能,还是在数字基础设施等关键领域,开源模式均展现出较强的资源整合能力与创新扩散效应,逐渐成为国家创新体系的重要组成部分。那么,在普遍认为自由开放式的公地治理是促进开源创新关键机制的前提下,有组织的开源创新活动已成为全球发展新主流。在中国开源创新蓬勃发展的当下,如何依托政策设计统筹引导开源创新,以此激发灵感、汇聚智慧、降本增效,实现知识价值、商业价值、社会价值的溢出,已然成为创新管理与政策研究的关键问题。

2021 年至今,我国陆续出台多项支持开源生态建设的政策举措,涵盖资金支持、平台建设与制度保障等多个方面。然而,与传统企业创新不同,开源创新具有参与主体多元、组织边界模糊以及激励机制非正式等特征,这使得政策作用机制更加复杂,其效果不仅取决于政策本身,还受到组织内部治理结构与运行机制的影响。

现有研究多从宏观层面探讨创新政策对技术进步或产业发展的影响,但对于政策如何在微观组织层面发挥作用,尤其是在开源组织这一特殊情境下的作用机制,仍缺乏深入分析。特别是,在开源创新过程中,组织往往需要在激励机制设计、成果归属界定以及多主体协同等方面投入大量制度性成本,这些成本可能在政策作用过程中扮演关键的中介角色。然而,现有文献通常将“成本”视为单一的负向因素,缺乏对不同类型成本功能差异的系统分析。

基于此,本文从制度主义视角出发,将开源组织中的创新成本划分为行为激励成本、产出确权成本与规则协调成本,重点探讨不同类型成本在开源创新与政策效果感知之间的中介作用机制。通过对中国开源组织问卷数据的实证分析,本研究将回答以下问题:在开源创新情境下,不同类型的制度性成本如何影响政策效果的实现,其作用方向是否存在差异;同时,这一机制对于理解政策如何赋能开源创新模式有何启示。

一、理论背景与研究假设

(一)开源组织模式的演变

开源创新起源于 UNIX 操作系统,历经半个多世纪,已走过诞生萌芽、自由软件、开源软件和群

智软件 4 个阶段,各阶段主导组织类型差异显著。中国开源实践始于 21 世纪初,当前 4 种模式在“时空压缩”下并行共存[1-2]。面对这一复杂现实,传统开放式公地治理理论面临挑战,亟须回答以下 3 个新问题:一是实践中存在哪些开源组织模式,其与公地治理理论的异同;二是有组织开源与早期自组织模式间的张力是否存在缓释机制;三是如何解释开源治理机制的内在多样性。

伴随“社区—市场—社会—政府”多元主体并进的治理结构形成,开源组织模式已从 20 世纪 90 年代以“开源社区 + 基金会”为主的单一形态,分化为 4 类主导模式[3-4]:基于开源技术社群的自治组织、非营利性社会组织、市场体系中的企业组织,以及国家权力体系下的政府科层或政府间协调机制。前两类侧重产品研发,后两类更聚焦利益协调。

第一,基于开源技术社群的自治组织是由技术领袖引领、围绕特定项目形成的自组织群体,受社群规范约束,是开放式公地理论的主要适用对象[5]。

第二,非营利性社会组织作为第三方中立机构,在中国受《慈善法》《社会团体登记管理条例》规制,在美国则受 501(c)(3)税法约束[6],其功能包括接受项目捐赠、孵化生态、维护平台与标准、提供知识产权托管及法律服务等。

第三,市场体系中的企业组织通常以公司部门形式存在,围绕开源投入进行战略部署,受公司制度与市场竞争双重约束[7]。

第四,政府科层组织或政府间协调机制由国家创新战略驱动,依托行政体系或国际准则设立,旨在协调多元开源主体,整合优势,实现多目标复杂协同下的创新汇聚[4]。

这 4 类模式共同构成了当代开源创新的组织图谱,反映出开源活动从技术乌托邦向制度化、多元化治理体系的深刻转型。

(二)开源创新成本的构成与治理

1. 创新成本的来源

奥地利经济学派将“创新”定义为重新组合原始生产要素以提高效率、降低成本的经济过程,其中已蕴含成本内涵[8]。熊彼特指出,企业由创新者蜕变为官僚管理者后,偏好稳定而非冒险,导致系统失去创新动力,引发周期性波动,形成“创新成本”;其治理方式是通过“创造性破坏”建立新体系[9]。既有研究多聚焦科技创新各环节的成本收益分析[11-12],并指出成功组织能克服边际收益递减,而无法重组要素者则因高昂组织成本被淘汰。然而,现有政策效果评估多局限于单一工具的投入产出,对不同类型组织在创新环节中的互动、由此产生的摩擦及动态积累的创新成本关注不足[13]。

2. 开源创新成本的结构及其治理

开源创新初期多依托松散在线社群,基于黑客文化、礼物经济等价值共识[13-18]。如 Linus Torvalds 创建 Linux 被视为“水到渠成”的社群引领行为,贡献者以兴趣和互惠为动机,而非直接产品导向[20-23]。此时,活动缺乏正式契约、科层结构与奖惩机制,依赖分布式协作[24-26]。

然而,近年来的研究发现,仅靠自治社群难以长期维系,成功的开源活动背后存在需揭示的组织结构与治理机制[17,27-32]。有学者称开源为融合正式与非正式协调机制的社会试验[18]。在数字网络下,它形成了继市场与科层之外的“同侪生产”(peer production)这一第三种组织模式,其是对前两者的补充而非替代[19]。此类具有组织形态的活动被界定为“开源组织”[33-35]。奥地利经济学派经济学家维赛尔则于 1889 年即将成本定义为“按财务产出平均目标效用估价的投入”,强调目标效用是价值来源[22]。

当前开源组织呈现三大特征:其一,结构兼具层次与非层次性,核心成员主导技术路线与战略[23-24];其二,主体形式多元,包括代码、社区、法人乃至国家共同体,实践中多以营利或非营利法人(如 Linux、Apache 基金会)运作[25];其三,目标涵盖项目托管、社区运营、平台搭建、标准维护、产品孵化、法务咨询、人才培训及生态塑造等[25]。

据此,可将开源组织的创新成本解构为 3 个动态积累阶段,对应组织过程的核心环节(图 1):行为激励成本、规则协调成本与产出确权成本[36-37]。

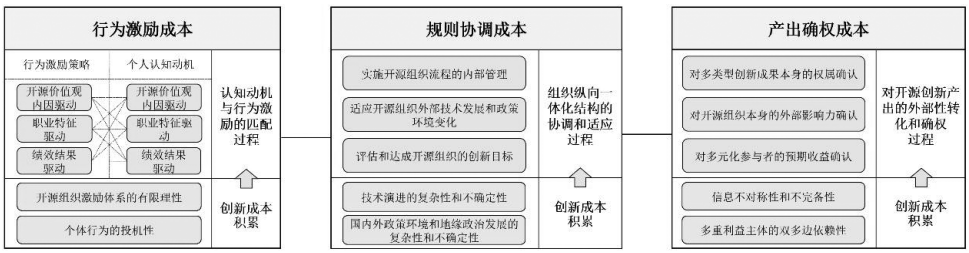

图1 开源组织创新成本的理论框架

(1)行为激励成本:源于调和个人动机与集体行为的治理投入,旨在缓解“搭便车”问题。在缺乏正式契约下,组织需通过声誉激励、社区治理等维持参与度[39-40]。低层级化组织(如自组织)依赖乐趣、声誉等内源动机[20,38],对外部政策信号(如经费支持带来的认可)更敏感;若政策能降低动机—行为匹配难度,其政策感知更积极。

(2)规则协调成本:是多主体在制度执行与规则对接中的摩擦,属交易成本的一种[41]。信息不对称、制度差异等会引发协调与谈判成本。高层级化组织本为应对复杂协调而设,规则体系庞杂、内部刚性强;新政策常被视为额外的制度压力,反而增加其协调负担[42],削弱对政策价值的积极感知。

(3)产出确权成本:指知识产权界定与收益分配规则构建中的制度成本。尽管开源强调开放,但贡献归属、许可协议等仍需明确,否则抑制合作[43]。该成本是降低制度不确定性的必要投入。低层级化组织常面临确权模糊、商业化路径不清等问题;普遍性国家政策通过提供合法性背书与确权渠道,能显著降低其不确定性,从而强化政策效果感知。

不同开源组织的创新成本来源各异。Ostrom[43]的公地管理原则与 Benkler[19]的同侪生产理论仅在有明确组织边界时适用。有组织的开源不同于早期乌托邦式松散模式,其成本可见、可测、可预期。埃格巴尔[44]基于用户与贡献者增长,将项目分为联邦、俱乐部、体育馆、玩具4类,指出中心化的“体育馆模式”是项目成熟必经阶段。因此,不能以静态公共物品理论定义开源组织及其成本。

经济学将创新视为创造性重组要素以增进福祉的过程[8,45-46],而成本是获取收益不得不付的代价,包括货币、时间、精力等,构成行为基本约束[47-49]。交易成本理论虽广泛应用,但其基于成熟市场;开源组织的创新成本则产生于非市场向市场过渡过程中[37]。有组织的开源与90年代分散化模式并非对立,而是随创新成本积累而动态演化的结果。

(三)开源创新的战略意义与政策目标

1. 开源创新的战略意义

近年来,欧美政策界日益关注国家战略引导下科技创新资金的配置效率[50]。国家创新战略体现为制度安排,既包括狭义的产业政策,也涵盖广义上驱动创新的政策体系,其核心在于对创新资源的引导与再配置[50-52]。大量研究表明,有效的产业政策能显著影响技术与产业发展路径,如发展中国家通过支持本土通信标准推动电信业转型[53],中国通过补贴和税收工具促进新能源汽车技术升级与环保目标实现[54-55]。

在开源创新领域,国家政策工具及其效果尚不清晰。早期研究基于理性人假设和成本收益模型,对政府支持开源持谨慎态度。例如,Johnson[56]发现开源与专有软件的社会福利难以比较;Schmidt 等[57]指出开源可能带来动态社会成本;Saint-Paul[59]则认为鼓励开源会削弱商业利润。然而,这些研究未充分考虑开源在人才培养、知识扩散、生态构建及国家战略层面的长期价值。近10年来,开源在前沿科技中的作用日益突出,联合国2020年“数字合作路线图”明确其公共品属性,更多学者主张政府应积极支持开源,尤其对发展中国家而言,这是打破技术垄断、发展高技术产业的关键机遇[55,60-61]。

尽管学界存在争议,全球各国已在实践中普

遍采取战略支持模式。美国早在2000 年建议联邦补贴开源以推动高端计算;欧盟自 2001 年起支持开源开发者并参与标准制定;多国设立专项政策推广开源软件使用[4,6]。中国在《“十四五”规划纲要》中首次从国家战略高度提出支持开源社区发展,鼓励企业开放源代码、硬件设计与服务。后续《“十四五”数字经济发展规划》和《软件和信息技术服务业发展规划》进一步明确支持自主开源社区、平台、项目及基金会建设,完善治理规则,汇聚人才,普及开源文化。

2. 开源创新的政策目标

开源创新依赖大规模分布式协作,其治理机制需动态适应时空变化,以优化成本、激励投入、提升效率[33]。因此,明确治理目标对各类开源组织至关重要。

在数字经济与创新驱动发展战略背景下,国家对开源组织的政策目标已超越技术扩散,更聚焦于其可持续运行能力[62]。开源组织常面临商业模式不成熟、收益分散、变现周期长等结构性挑战,高度依赖外部制度支持。国家政策通过制度认可、资源配置引导和规则接口建设,间接改善其收入结构与获取能力[4]。一方面,增强开源成果的合法性与市场可预期性,降低确权与转化不确定性;另一方面,政策信号影响政府、企业与资本对开源价值的判断,引导资源流向[51,54]。因此,组织对“经费变化”的感知,实质反映其对政策能否改善收入条件的综合评估。

若相关政策支持未能有效提升组织对资源获取的预期,即便文本目标明确,执行效果仍受限。故从组织运行机制出发,分析不同开源组织对政策收入效应的差异化感知,有助于理解政策实际作用路径,并为优化政策工具、提升生态支持效率提供依据。

基于此,本文提出如下研究假设。

研究假设 1(H1):在普遍性国家开源创新政策引导下,开源组织的层级化程度越低对政策效果感知程度越高。

研究假设 2(H2):行为激励成本在开源组织模式与开源创新政策效果感知之间具有中介作用。

研究假设 3(H3):规则协调成本在开源组织模式与政策效果感知之间具有中介作用。

研究假设 4(H4):产出确权成本在开源组织模式与政策效果感知之间具有中介作用。

二、研究设计

(一)数据来源

本文依托组织并参与 2023 年中国开源大会的契机,借助会议汇聚中国主要开源组织及意见领袖的有利条件,在真实开源实践场景中获取问卷调研数据。为确保问卷质量及其对研究问题的回应能力,提升信度与效度,问卷设计严格遵循科学规范,具体流程为:①基于对既有文献中核心概念的梳理及对中国开源实践的田野调研与深度访谈,于 2023 年 4 月形成《关于中国开源组织模式的调研问卷》初稿;②2023 年 5 月至 8 月,广泛征求开源研究人员、技术专家、从业者及公共管理学者的意见,对题项内容、逻辑结构与理论对齐性进行多轮修订;③2023 年 9 月至 10 月开展预调查,邀请 23 位开源组织业务负责人或关键成员试填,评估问卷质量;④为缓解受访者因隐私顾虑而修饰答案或拒答的问题,问卷指导语明确说明了所有题项无对错之分,个人信息与回答倾向将严格保密,仅用于学术研究。如附录 A 所示,问卷通过询问受访者参与开源年限及每日贡献时长,确认其为活跃参与者,确保样本具有较好的代表性。

问卷发放时间为 2023 年 10 月 20 日(大会报到启动)至 10 月 30 日(大会及后续宣传期结束)。共回收 612 份问卷,对照会议注册人数 891 人、现场签到 632 人,结合注册组织信息可判断,样本覆盖了当前中国大多数活跃开源组织。在问卷回收后,研究团队通过自设质量控制题项、填写耗时、IP 地址与受访者自述所在地一致性等多维度筛查,剔除无效问卷,最终获得有效问卷 601 份,有效回收率达 98.203%。

但需指出,本文研究数据来源于中国开源大

会这一特定场域的问卷调查。与传统企业不同，开源组织具有高度分散性与边界模糊性，目前尚无全国性的完整统计框架或抽样框，因而难以实施概率抽样。在此约束下，现有研究普遍采用基于可达样本的非概率抽样方法，虽便于操作，但易引发样本选择偏差与覆盖偏差，限制总体推断能力。从现实角度看，开源组织微观层面数据（如运行机制、创新行为）普遍存在获取难、共享难的问题，这在软件工程与开源研究领域已被广泛讨论，并被视为影响外部效度的关键因素之一[4,37]。因此，依托中国开源大会这一全国性行业平台获取样本，是在数据可得性限制下的合理选择。

尽管如此，本文研究数据仍具备一定科学性与可靠性：一方面，大会汇集了多元类型的开源主体，结构上具有较广覆盖；另一方面，通过预调查、多轮修订及严格的质量控制措施，有效提升了数据一致性与有效性。然而，局限性亦不可忽视：首先，样本来自参会群体，属非概率样本，未参会组织未被覆盖，可能削弱了代表性，限制结论外推；其次，数据基于受访者自陈，存在同源偏差风险，即同一信息源测量多个变量，可能人为放大变量间相关性；最后，受访者对组织整体情况的认知可能存在信息不全或主观偏差，此为问卷研究的普遍挑战。

综上，本研究应被界定为在现实数据约束下的探索性定量分析[63]。其结果可在样本范围内揭示变量间的统计关联与潜在机制，但在向更广泛开源组织总体推广时需保持审慎，外推范围主要适用于具有类似参与特征与制度环境的开源组织群体。

基于上述原因，本文的研究设计更适合被界定为在现实数据约束条件下的探索性定量分析[63]。研究结果能够在样本范围内揭示变量之间的统计关联及其可能机制，但在向更广泛开源组织总体进行推广时，应保持审慎态度，其外推范围主要限于具有类似参与特征与制度环境的开源组织群体。

（二）变量与测度

1. 自变量：开源组织模式

开源组织模式（*Org*）为定序变量。在问卷填答中，询问受访开源组织成员“您如何向大家介绍自己来自什么开源组织？请选择一个最常用的选项”，问卷对每类组织的具体定义展示给受访者。依据开源组织的层级化程度由低到高，将回答“自组织型”的 *Org* 赋值为 1，将回答“集市型”的 *Org* 赋值为 2，将回答“市场型”的 *Org* 赋值为 3，将回答“层级型”的 *Org* 赋值为 4。此外，在分组回归中，将每个类型单独设置为虚拟变量进行统计检验。

2. 因变量：政策效果感知的程度

政策效果感知的程度（*Perception*）为定序变量。参考 Marshall[64] 对政策效果感知的测度方案，组织对政策的感知程度可被其日常可支配经费的增减变化所表征。因此，在问卷填答中，询问受访开源组织成员“2021 年开源创新被政府纳入‘十四五’规划至今，您感知到自己所在的开源组织在进行开源创新活动时，可用经费相比之前什么变化？”，将回答“有所减少”的 *Perception* 赋值为 1，“未有明显变化”的 *Perception* 赋值为 2，“有所增加”的 *Perception* 赋值为 3。数值越大，代表开源组织的政策效果感知程度越高。

尽管“政策效果感知”在概念上具有多维属性，可能涵盖政策方向判断、价值认同以及工具有效性评估等不同层面，但在本研究所关注的中国开源创新政策情境下，组织对政策的核心关切集中体现在其是否能够改善自身的资源获取条件，尤其是可支配经费与相关支持的变化。相较于抽象的政策态度或价值认同，经费变化感知更直接反映政策对组织运行约束的实际影响，也更贴近组织层面作出行为调整所依据的关键判断。因此，本文选择以“经费变化感知”作为政策效果感知的操作化指标，并非否认其多维性，而是基于研究问题聚焦与数据可比性的考虑，提取政策效果感知中具有决策意义且具有可观测性的核心维度。

包括自变量和因变量在内的主要变量测度表。

3. 机制变量:创新成本

本文将开源组织创新过程中的制度性成本划分为 3 类:行为激励成本(*Cost_bhv*)、规则协调成本(*Cost_rule*)、产出确权成本(*Cost_ev*)。3 类成本均属于组织在制度运行与协同治理过程中所承担的必要投入,但在功能属性与作用机制上存在显著差异。

(1)行为激励成本,是指开源组织为激发成员持续参与、贡献代码或资源而投入的各类激励性资源与治理成本,包括但不限于社区运营、声誉激励机制设计、贡献者维护等。该成本反映组织维持活跃度与参与度的能力。

(2)规则协调成本,是指开源组织在多主体协同过程中,为实现规则统一、制度对接与行为协调所付出的成本,包括跨组织协同、标准对接及治理规则磨合等方面的投入。该成本主要体现为制度运行过程中的协调摩擦。

(3)产出确权成本,是指开源组织在知识产权界定、贡献记录、成果归属确认等方面所付出的制度建设成本,主要用于明确创新成果的权责边界,降低合作过程中的不确定性与潜在纠纷。

本文采用李克特五点量表对上述 3 类成本进行操作化处理,相关测量指标基于开源社区治理与组织管理相关研究,并结合预调研结果进行修订与本土化调整。其中,行为激励成本主要通过“组织在激励机制建设上的投入程度”“对核心贡献者的维护成本”“社区运营与活动投入强度”等题项进行测量;规则协调成本则通过“跨组织协同难度”“规则执行一致性成本”“制度协调所需时间与资源投入”等题项进行衡量,通过信度与效度检验确保量表的统计可靠性;产出确权成本通过“成果归属界定的复杂程度”“知识产权管理投入”“贡献记录与确认机制的完善程度”等指标进行刻画。如表 1 和表 2 所示,信效度检验结果表明,对上述 3 类创新成本相关变量题项的测度,具有良好的信度与收敛效度,能够较为稳定地反映相应构念。

基于此,本文将“创新成本”划分为行为激励成本、产出确权成本与规则协调成本,并不单纯将其视为“负担性成本”,而是将其理解为制度运行成本的一种表现形式。在制度经济学与组织治理理论中,部分成本具有“治理投入”属性,即其增加并不必然抑制绩效,反而可能通过改善激励结构或降低不确定性,间接提升制度效果感知[37]。

具体而言,行为激励成本与产出确权成本具有明显的“治理性投入”特征:前者反映组织为激发成员参与所投入的资源,如激励机制设计、社区维护等,后者则体现为明确知识产权归属、规范贡献边界所付出的制度建设成本。这两类成本的增加,在一定程度上意味着组织治理能力的增强,有助于降低机会主义行为、提升参与者预期,从而强化成员对政策效果的正向感知。

相比之下,规则协调成本主要体现为不同主体之间在制度执行、规则对接与协同过程中的摩擦成本,其本质更接近传统意义上的“交易成本”。该类成本的上升往往反映制度复杂性增加或协调效率下降,可能削弱政策实施效果,从而对政策效果感知产生负向影响。因此,从“治理性成本”与“摩擦性成本”的区分出发,3 类成本在作用方向上存在差异,将系统揭示不同类型成本在开源组织中的异质性作用机制。

表 1　创新成本量表的信度与收敛效度检验结果

变量	测量题项	标准化因子载荷	Cronbach's α	组合信度	平均变异抽取量
行为激励成本	4 个题项	0.68 ~ 0.81	0.832	0.867	0.572
规则协调成本	5 个题项	0.71 ~ 0.85	0.791	0.821	0.538
产出确权成本	8 个题项	0.65 ~ 0.79	0.815	0.854	0.561

表 2　区分效度检验结果
(AVE 平方根与构念间相关系数)

构念	1	2	3
1. 行为激励成本	0.756	—	—
2. 规则协调成本	0.132	0.734	—
3. 产出确权成本	0.241	0.187	0.749

注:对角线加粗数字为各构念 AVE 的平方根。

(三)模型与方法

本文基于调研问卷获取一手截面数据。自变量与因变量为定序变量,中介变量为数值型变量,

并在所有模型中控制个体效应与区域效应。构建如下回归模型:式(1)用于检验 $H1$,式(2)和式(3)用于检验 $H2$ 至 $H4$。其中,c_i 为总效应,a_i 为自变量对中介变量的影响,c_i' 为直接效应,b_i 为中介效应系数;*controls* 包含所有控制变量及地区固定效应,φ_i 为其对应系数,β_i 为常数项,δ_i 为残差项。

$$Perception = c_iOrg + \varphi_icontrols + \beta_i + \delta_i \quad (1)$$

$$Cost_i = a_iOrg + \varphi_icontrols + \beta_i + \delta_i \quad (2)$$

$$Perception = c_i'Org + b_iCost_i + \varphi_icontrols + \beta_i + \delta_i \quad (3)$$

回归方法上,因被解释变量为三分类有序变量,且满足“无关方案独立性假定”(IIA),故采用基于极大似然估计(MLE)的多项 Logistic 回归(mlogistic)[63,65]。尽管形式上为有序变量,但不宜使用有序 Logistic 回归,因其依赖的比例优势假定在本研究情境中难以成立,即该假定要求解释变量在不同类别切分点上的影响方向与强度一致。然而,开源组织对“经费减少到不变”与“不变到增加”的判断,所依据的认知逻辑与参照基准存在逻辑性差异,政策感知更接近基于参照点的离散判断,而非线性递进过程。例如,“经费增加”意味着预期收益显著超越既有约束,而“不变”或“减少”则反映政策未突破原有资源瓶颈,二者机制非对称,比例优势假定缺乏实质合理性。

因此,本文采用多项 Logistic 回归,允许解释变量在不同感知类别间产生异质性影响。为检验稳健性,亦以有序 Logistic 回归作为替代模型,结果显示核心变量的符号与显著性保持一致,表明结论不依赖特定模型设定。

在中介效应检验方面,基于充分理论支撑[66],采用 Alfons 为 STATA 开发的 Bootstrap 方法进行非参数中介检验[67],通过再抽样对总体分布进行推断,可缓解中介机制实证中的敏感性问题[82]。此外,对所有分组回归进行 Hausman 检验,以评估数据是否满足多项 Logistic 回归所需的 IIA 假定[68-69]。

(四)描述性统计与诊断

本文的自变量“开源组织模式”分为自组织型、集市型、市场型与层级型 4 类。如表 3 所示,在参与调研的中国主要开源组织中,自组织型占 10.48%、集市型占 59.73%、市场型占 17.14%、层级型占 12.65%,合计超 70% 为自组织型或集市型,与全球分布基本一致[85]。如表 4 所示,因变量、自变量、中介变量及控制变量的中位数、标准差等统计指标均处于合理范围。在控制变量设置上,本文未纳入组织规模、成立年限或资源禀赋等组织层面变量,主要受限于数据获取可行性。与传统企业不同,开源组织高度松散、去中心化,参与者往往难以准确提供组织正式信息。若在问卷中设置此类问题,易导致大量缺失或无效回答,并可能因涉及敏感信息而降低应答率。因此,本文聚焦受访者个人特征与地区效应作为控制变量,以缓解个体认知差异与宏观制度环境对政策效果感知的潜在干扰。此类处理方式在开源组织调查研究中已被广泛视为稳健且可行。尽管未直接控制组织结构性变量,本文已在稳健性检验部分说明其潜在影响。

表 3 自变量的样本分布

开源组织模式	频数	占比/%	累积占比/%
自组织型	63	10.48	10.48
集市型	359	59.73	70.22
市场型	103	17.14	87.35
层级型	76	12.65	100
总计	601	100	—

表 4 变量的描述性统计

变量名	观测数	均值	中位数	标准差	最小值	最大值
政策效果感知程度(*Perception*)	601	2.390	2	0.630	1	3
开源组织模式(*Org*)	601	2.660	3	0.990	1	4
行为激励成本(*Cost_bhv*)	601	5.500	3	5.320	0.630	30
规则协调成本(*Cost_rule*)	601	2.570	2	2.650	0	17
产出确权成本(*Cost_ev*)	601	2.760	2.750	0.580	0.500	3.750
受访者性别(*Gender*)	601	0.250	0	0.440	0	1
受访者年龄(*Age*)	601	2.520	2	0.960	1	6
受访者教育背景(*Edu*)	601	4.830	5	0.900	1	6
受访者投入时间(*Hour*)	601	1.750	2	0.790	1	4
受访者所在省份经济发展水平(*Province*)	601	0.070 0	0	0.260	0	1

在数据分析前,需对问卷质量进行信度与效度检验[70]。如表 5 所示,各变量整体 KMO 值为 0.825,表明题项能较准确、有效地反映变量真实情况;Bartlett 球形检验显著(Sig = 0.000),说明变量间存在相关性,非单位阵,具备良好信效度。回归分析前,采用 Pearson 相关分析检验解释变量间关系[87]。因变量与自变量相关性显著但低于 80%,符合既有研究建议标准[71];模型 VIF 值均小于 2,表明无明显多重共线性,模型构建良好。

表 5　问卷变量测度的 KMO 检验和 Bartlett 球形检验结果①

KMO 取样适切性量数	0.825	
Bartlett 球形检验	近似卡方	2 170.596
	自由度	28
	显著性	0.000

表 6　变量间相关性(皮尔森 – 双侧)分析结果(N = 601)②

	Org	*Perception*
开源组织模式 (*Org*)	1	—
政策效果感知程度 (*Perception*)	0.074	1

鉴于因变量为多分类有序变量,本文采用多项 Logistic 回归模型,逐步纳入控制变量进行递进建模以验证假设。该模型需满足独立无关选择假定(IIA),即任意两类结果的相对概率不受其他类别存在与否影响。如表 7 所示,IIA 检验原假设 H_0 为:任意两个政策效果感知类别间的相对选择概率不依赖第三类别存在[63,65];"for H_0"检验结果未拒绝原假设,表明数据满足 IIA 条件,采用多项 Logistic 回归具有方法论合理性。

表 7　自变量与因变量的 IIA 假定检验结果

政策效果感知程度 (*Perception*)	卡方 (chi^2)	自由度 (*df*)	$P > chi^2$	检验结论③
可用经费有所减少 (*Perception* = 1)	−0.038	2	1.000	for H_0
可用经费没有变化 (*Perception* = 2)	−0.017	2	1.000	for H_0
可用经费有所增加 (*Perception* = 3)	13.507	2	0.990	for H_0

三、实证结果与分析

在对回归结果进行解释前,有必要对本文实证分析的性质进行进一步界定。由于数据来源于特定会议场景下的问卷调查,且开源组织总体缺乏可供抽样的完整统计框架,本文的计量分析并不以严格识别因果效应为目标,而是侧重于揭示变量之间在样本中的统计关联及其可能的作用机制。因此,回归结果应被理解为对理论假设的经验支持,而非对因果关系的最终检验。

同时,本文因变量"政策效果感知"及中介变量"创新成本"均基于受访者主观评价构建,其本质反映的是组织成员对政策与组织运行状态的认知判断。这种测量方式有助于捕捉政策在微观层面的作用机制,但也意味着结果可能受到个体认知偏差的影响。因此,相关结论更适用于解释"组织如何感知政策",而非政策对组织绩效的客观影响程度。

此外,由于样本主要来源于中国开源大会参会群体,研究结果在外推至未参与该类行业活动的开源组织时可能存在偏差。尤其是对于规模较小、参与程度较低或尚未嵌入主流开源生态的组织,本文结论的解释力可能有限。因此,本文更适合作为理解中国开源组织政策响应机制的阶段性证据。

(一)开源组织模式对政策效果感知的影响

表 8 的模型(1)代入了与受访者个体特征相关的所有控制变量,模型(2)代入了与开源创新活动相关的主要控制变量,模型(3)加入所有控制变量。指定"*Perception* = 2"为参照方案(baseoutcome)时,模型(1)的似然比统计量 LR chi2(12) = 24.39,Prob > chi^2 = 0.001,表明与仅包含常数项的模型相比,该参照方案下模型具有更好的拟合优度。主回归分析结果显示,在 1% 的显著性水平上,给定其他变量,相对"*Perception* = 2"(没有感知到政策变化)这一选项,层级化程度越低

① Bartlett 球形检验H_0: variables are not intercorrelated. ——作者注

② 注:不包括虚拟变量。取值超过 0.1 的变量间相关性取值均在 5% 的水平上显著。——作者注

③ 豪斯曼检验H_0: Odds(Outcome-J vs Outcome-K) are independent of other alternatives. ——作者注

的开源组织在国家普遍性开源政策导向下的政策效果感知程度越高(所感知到经费增加概率越高)。开源组织的层级化程度每减少1个单位,相对"*Perception* = 2"(没有感知到政策变化)这一选项,其在国家普遍性开源政策导向下感知到的可用经费增加概率提高19.7%(既为(1 - 0.803) × 100%)。例如,自组织型或集市型开源组织可能比层级型开源组织对普遍性的国家开源创新政策效果感知程度更高。更进一步地,表9汇报了在4类开源组织模式下的分组回归情况,模型(4)~模型(6)的回归分析结果进一步验证,在5%的显著性水平上,给定其他变量,相对"*Perception* = 2"(没有感知到政策变化)这一选项,层级化程度越低的开源组织比层级化程度越高,开源组织政策效果感知程度(所感知到的经费变化程度)越高。

表8 开源组织模式对政策效果感知程度影响的回归结果

变量	因变量:政策效果感知程度(*Perception*)					
	模型(1)		模型(2)		模型(3)	
	Perception = 1					
	相关系数	相对风险比	相关系数	相对风险比	相关系数	相对风险比
Org	-0.161	0.852	-0.138	0.872	-0.163	0.849
	(0.166)	(0.141)	(0.162)	(0.141)	(0.166)	(0.141)
Gender	-1.051**	0.350**	—	—	-1.043**	0.352**
	(0.500)	(0.175)			(0.502)	(0.177)
Age	-0.213	0.808	—	—	-0.214	0.808
	(0.191)	(0.154)			(0.191)	(0.154)
Edu	0.271	1.311	—	—	0.271	1.311
	(0.204)	(0.267)			(0.206)	(0.270)
Hour	—	—	0.089	1.093	0.123	1.130
			(0.205)	(0.224)	(0.207)	(0.234)
Province_FE	—	—	-0.408	0.665	-0.182	0.834
			(0.636)	(0.423)	(0.645)	(0.538)
constant	-1.923**	0.146**	-1.496**	0.224**	-2.110**	0.121**
	(0.962)	(0.141)	(0.589)	(0.132)	(1.073)	(0.130)
变量	*Perception* = 2 (*base outcome*)					
	Perception = 3					
	相关系数	相对风险比	相关系数	相对风险比	相关系数	相对风险比
Org	-0.216***	0.805***	-0.209***	0.812***	-0.219***	0.803***
	(0.089)	(0.072)	(0.0881)	(0.071)	(0.090)	(0.072)
Gender	0.177	1.194	—	—	0.200	1.221
	(0.198)	(0.237)			(0.201)	(0.245)
Age	-0.091	0.913	—	—	-0.0927	0.911
	(0.099)	(0.091)			(0.100)	(0.091)
Edu	0.0372	1.038	—	—	0.0359	1.037
	(0.105)	(0.109)			(0.108)	(0.111)
Hour	—	—	0.246**	1.279**	0.243**	1.275**
			(0.110)	(0.141)	(0.111)	(0.142)
Province_FE	—	—	-0.445	0.641	-0.490	0.613
			(0.331)	(0.212)	(0.337)	(0.207)
constant	0.631	1.879	0.211	1.235	0.256	1.292
	(0.500)	(0.940)	(0.321)	(0.396)	(0.565)	(0.731)
N	601		601		601	
pseudo R^2	0.151		0.122		0.220	

注:Robust standard errors in parentheses; * $p<0.1$, ** $p<0.05$, *** $p<0.01$。下同。

表9 开源组织模式对政策效果感知程度影响的分组回归结果

变量	因变量:政策效果感知程度(*Perception*)					
	模型(4)		模型(5)		模型(6)	
	Perception = 1					
	相关系数	相对风险比	相关系数	相对风险比	相关系数	相对风险比
Org(主效应)	-0.203	0.816	-0.153	0.858	-0.170	0.844
	(0.165)	(0.134)	(0.167)	(0.143)	(0.166)	(0.140)
自组织型	0.313	1.368	0.257	1.294	0.304	1.355
	(0.419)	(0.573)	(0.419)	(0.542)	(0.418)	(0.566)
集市型	0.296	1.345	0.377	1.458	0.376	1.456
	(0.508)	(0.683)	(0.504)	(0.736)	(0.504)	(0.735)
市场型	-0.023	0.978	-0.184	0.832	-0.200	0.818
	(0.362)	(0.353)	(0.342)	(0.284)	(0.342)	(0.279)
层级型	-0.529	0.589	-0.238	0.789	-0.257	0.773
	(0.473)	(0.279)	(0.449)	(0.354)	(0.448)	(0.347)
					(0.259)	(0.279)
Gender	-0.997**	0.369**	-1.101**	0.332**	-1.047**	0.351**
	(0.504)	(0.186)	(0.505)	(0.168)	(0.503)	(0.176)
Age	-0.295	0.744	-0.197	0.821	-0.219	0.804
	(0.199)	(0.148)	(0.192)	(0.157)	(0.192)	(0.154)
Edu	0.297	1.345	0.266	1.305	0.275	1.316
	(0.208)	(0.279)	(0.207)	(0.269)	(0.208)	(0.273)
Hour	-0.0232	0.977	0.134	1.144	0.118	1.125
	(0.223)	(0.218)	(0.208)	(0.237)	(0.209)	(0.235)
Province_FE	-0.192	0.825	-0.165	0.848	-0.188	0.829
	(0.650)	(0.536)	(0.646)	(0.548)	(0.645)	(0.535)
constant	-2.031*	0.131*	-1.987*	0.137*	-2.285*	0.102*
	(1.080)	(0.142)	(1.081)	(0.148)	(1.248)	(0.127)
变量	*Perception* = 2 (*base outcome*)					
	Perception = 3					
	相关系数	相对风险比	相关系数	相对风险比	相关系数	相对风险比
Org(主效应)	-0.243***	0.784***	-0.203***	0.817***	-0.229***	0.796***
	(0.092)	(0.072)	(0.091)	(0.074)	(0.091)	(0.072)
自组织型	0.574**	1.775**	0.516**	1.676**	0.581**	1.787**
	(0.225)	(0.399)	(0.226)	(0.378)	(0.226)	(0.404)
社会集市型	-0.400**	0.671**	-0.422**	0.656**	-0.436**	0.647**
	(0.194)	(0.129)	(0.188)	(0.123)	(0.188)	(0.121)
市场型	0.210	1.234	0.239	1.269	0.227	1.255
	(0.286)	(0.353)	(0.287)	(0.364)	(0.287)	(0.359)
政府层级型	-0.213	0.808	-0.066	0.936	-0.108	0.898
	(0.244)	(0.197)	(0.231)	(0.216)	(0.231)	(0.207)
					(0.156)	(0.254)
Gender	0.228	1.246	0.112	1.119	0.217	1.242
	(0.202)	(0.253)	(0.204)	(0.228)	(0.202)	(0.251)
Age	-0.128	0.880	-0.067	0.936	-0.096	0.909
	(0.103)	(0.090)	(0.101)	(0.095)	(0.101)	(0.912)
Edu	0.047	1.048	0.029	1.029	0.031	1.042
	(0.108)	(0.113)	(0.109)	(0.112)	(0.108)	(0.112)
Hour	0.177	1.193	0.258**	1.294**	0.199*	1.220*
	(0.118)	(0.140)	(0.112)	(0.145)	(0.112)	(0.137)
Province_FE	-0.499	0.607	-0.457	0.633	-0.497	0.609
	(0.339)	(0.206)	(0.339)	(0.215)	(0.339)	(0.206)
constant	0.291	1.337	0.432	1.541	-0.965	0.381
	(0.567)	(0.758)	(0.573)	(0.883)	(0.691)	(0.264)
N	601		601		601	
pseudo R^2	0.270		0.301		0.320	

(二)创新成本的机制作用

为检验创新成本在因变量与自变量关系成立前提下所起到的中介作用,须先检验自变量(开源组织模式)对中介变量(创新成本)的影响。本文先进行了豪斯曼检验(Hausman Test)来考察模型

设定和数据分布符合使用多项 Logistic 回归的 IIA 假定,表明可以进行多项 Logistic 回归分析[72]。表 10 呈现式(2)的回归结果,其中模型(7)表明,在 1% 的显著性水平上,给定其他变量,开源组织模式与行为激励成本之间有显著的正相关关系。模型(8)表明,在 1% 的显著性水平上,给定其他变量,开源组织模式与规则协调成本之间有显著的正相关关系。模型(9)表明,在 5% 的显著性水平上,给定其他变量,开源组织模式与产出确权成本之间有显著的正相关关系。

更进一步地,开源组织模式(Org)对三类创新过程成本的回归系数均为显著正值,结合变量编码方式,Org 值越大表示组织层级化程度越高,这意味着:组织层级化程度越高,其在行为激励、规则协调与产出确权 3 个环节中所面临的创新过程成本均显著上升。这反映出在开源创新这一高度依赖协作与自愿参与的情境下,层级结构在激励配置、规则适配与成果界定方面会引入更多协调与管理成本。

表 10　开源组织模式对创新成本的回归分析结果

变量	模型(7):*Cost_bhv*	模型(8):*Cost_rule*	模型(9):*Cost_ev*
Org	0.283*** (0.083)	0.171*** (0.075)	0.040** (0.075)
Gender	-0.396** (0.170)	-0.632*** (0.174)	-0.170** (0.159)
Age	0.715*** (0.095)	0.035 (0.098)	0.303*** (0.096)
Edu	0.032*** (0.009)	0.019** (0.009)	-0.006 (0.009)
Hour	0.011 (0.089)	-0.065 (0.097)	0.050 (0.099)
Province_FE	0.207 (0.245)	0.285 (0.272)	-0.074 (0.247)
N	601	601	601
pseudo R^2	0.190	0.100	0.040

基于此,本研究考察中介变量对因变量的作用,我们先用豪斯曼检验考察模型设定和数据分布是否符合使用多项 Logistic 回归的假设条件"无关方案独立性假定"(IIA 假定),表明 3 类创新成本与因变量之间的关系满足 IIA 假定,即去掉某个方案不影响对其他方案的一致估计,表明可以进行多项 Logistic 回归分析。表 11 呈现式(3)的回归结果。指定"*Perception* = 2"为参照方案(baseoutcome)时,模型(10)的统计量 LR $chi^2(14) = 29.73$, $Prob > chi^2 = 0.001$;模型(11)的统计量 LR $chi^2(14) = 33.31$, $Prob > chi^2 = 0.002$;模型(12)的统计量 LR $chi^2(14) = 34.93$, $Prob > chi^2 = 0.001$。上述分析表明与仅包含常数项的模型相比,模型(1)~模型(3)拟合优度更好。接着,基于 10 000 次重复的 Bootstrap 方法[90-91],当 *Perception* = 3 时,模型(10)、模型(11)和模型(12)的行为激励成本(b = 0.008; CI [0.004; 0.061]; p < 0.01)、规则协调成本(b = -0.012; CI [-0.124; -0.019]; p < 0.01)和产出确权成本(b = 0.017; CI [0.123; 0.691]; p < 0.01)分别对主回归中解释变量和被解释变量之间关系具有显著的间接效应。

模型(10)的回归分析结果显示,在 5% 的显著性水平上,给定其他变量,相对于"*Perception* = 2",行为激励成本(*Cost_bhv*)每增加 1 个单位,相应模式下开源组织的政策效果感知程度有所提高,体现为"可用经费有所增加"的概率上升 3.3%。此时,开源组织的层级化程度取值每减少 1 个单位,相应开源组织模式中政策效果感知程度提高程度较大,体现为"可用经费有所增加"概率上升 21.6%。

模型(11)的回归分析结果显示,在 1% 的显著性水平上,给定其他变量,相对于"*Perception* = 2",规则协调成本(*Cost_rule*)每增加 1 个单位,相应模式下开源组织的政策效果感知程度有所下降,体现为"可用经费有所增加"的概率下降 9.5%。此时,开源组织的层级化程度取值每减少 1 个单位,相应开源组织模式中政策效果感知程度会有所提高,体现为"可用经费有所增加"概率上升 18.3%。

模型(12)的回归分析结果显示,在 1% 的显著性水平上,给定其他变量,相对于"*Perception* = 2",产出确权成本(*Cost_ev*)每增加 1 个单位,相应模式下开源组织的政策效果感知程度会有大幅度提高,体现为"可用经费有所增加"的概率上升 62.8%。此时,开源组织的层级化程度取值每减少 1 个单位,"可用经费有所增加"概率上升 20.4%。

表 11　创新成本对政策效果感知的中介作用

变量	因变量：政策效果感知程度（*Perception*）					
	模型（10）		模型（11）		模型（12）	
	Perception = 1					
	相关系数	相对风险比	相关系数	相对风险比	相关系数	相对风险比
Org	−0.203	0.816	−0.153	0.858	−0.170	0.844
	(0.165)	(0.134)	(0.167)	(0.143)	(0.166)	(0.140)
Cost_bhv	0.062 **	1.063 **	—	—	—	—
	(0.030)	(0.032)				
Cost_rule	—	—	−0.066	0.936	—	—
			(0.062)	(0.058)		
Cost_ev	—	—	—	—	0.073	1.076
					(0.259)	(0.279)
Gender	−0.997 **	0.369 **	−1.101 **	0.332 **	−1.047 **	0.351 **
	(0.504)	(0.186)	(0.505)	(0.168)	(0.503)	(0.176)
Age	−0.295	0.744	−0.197	0.821	−0.219	0.804
	(0.199)	(0.148)	(0.192)	(0.157)	(0.192)	(0.154)
Edu	0.297	1.345	0.266	1.305	0.275	1.316
	(0.208)	(0.279)	(0.207)	(0.269)	(0.208)	(0.273)
Hour	−0.0232	0.977	0.134	1.144	0.118	1.125
	(0.223)	(0.218)	(0.208)	(0.237)	(0.209)	(0.235)
Province_FE	−0.192	0.825	−0.165	0.848	−0.188	0.829
	(0.650)	(0.536)	(0.646)	(0.548)	(0.645)	(0.535)
constant	−2.031 *	0.131 *	−1.987 *	0.137 *	−2.285 *	0.102 *
	(1.080)	(0.142)	(1.081)	(0.148)	(1.248)	(0.127)
变量	*Perception* = 2 (*base outcome*)					
	Perception = 3					
	相关系数	相对风险比	相关系数	相对风险比	相关系数	相对风险比
Org	−0.243 ***	0.784 ***	−0.203 ***	0.817 ***	−0.229 ***	0.796 ***
	(0.092)	(0.072)	(0.091)	(0.074)	(0.091)	(0.072)
Cost_bhv	0.032 **	1.033 **	—	—	—	—
	(0.019)	(0.019)				
Cost_rule	—	—	−0.100 ***	0.905 ***	—	
			(0.034)	(0.031)		
Cost_ev	—	—	—	—	0.488 ***	1.628 ***
					(0.156)	(0.254)
Gender	0.228	1.246	0.112	1.119	0.217	1.242
	(0.202)	(0.253)	(0.204)	(0.228)	(0.202)	(0.251)
Age	−0.128	0.880	−0.067	0.936	−0.096	0.909
	(0.103)	(0.090)	(0.101)	(0.095)	(0.101)	(0.912)
Edu	0.047	1.048	0.029	1.029	0.031	1.042
	(0.108)	(0.113)	(0.109)	(0.112)	(0.108)	(0.112)
Hour	0.177	1.193	0.258 **	1.294 **	0.199 *	1.220 *
	(0.118)	(0.140)	(0.112)	(0.145)	(0.112)	(0.137)
Province_FE	−0.499	0.607	−0.457	0.633	−0.497	0.609
	(0.339)	(0.206)	(0.339)	(0.215)	(0.339)	(0.206)
constant	0.291	1.337	0.432	1.541	−0.965	0.381
	(0.567)	(0.758)	(0.573)	(0.883)	(0.691)	(0.264)
N	601		601		601	
pseudo R^2	0.271		0.310		0.327	

回归结果显示，行为激励成本与产出确权成本在开源创新与政策效果感知之间发挥显著正向中介作用，而规则协调成本则表现为显著负向中介作用。该结果表面上与“成本应抑制绩效”的一般认知存在差异，但结合开源组织的运行特征，可以得到更为合理的解释。

首先，行为激励成本的提高，本质上反映了组织在激励机制、社区治理与参与者维护方面的持续投入。这种投入有助于增强成员参与意愿与组织凝聚力，从而放大政策支持在微观层面的感知效果。因此，其正向中介效应实质上体现的是激励投入带来的强化机制，而非传统意义上的成本负担。

其次，产出确权成本的增加，意味着组织在知识产权界定、贡献记录与成果归属方面建立了更加清晰的制度安排。在开源创新情境下，明确的权责界定能够降低合作不确定性，增强参与者对收益分配公平性的预期，从而提升政策效果感知。因此，该变量的正向中介作用反映的是制度清晰化引发的正向政策溢出效应。

然而，相比之下，规则协调成本的上升往往意味着开源组织内外的规则对接与执行过程存在较高摩擦，其结果是降低协同效率并削弱政策执行效果，从而表现为显著负向中介效应。这一结果与交易成本理论的基本预期是一致的。

基于此，实证结果表明，不同类型创新成本在作用方向上的差异本质上源于其在组织运行中所承担的不同功能属性，行为激励成本与产出确权成本作为治理性成本，与规则协调成本作为摩擦性成本，使得 3 类成本在对政策感知的作用方向上存在差异，揭示了不同类型创新成本在开源组织中的异质性作用机制。

（三）稳健性分析

为进一步检验实证结果的稳健性并回应替代解释，本文开展多项补充分析。首先，针对“行为激励成本”与“产出确权成本”呈现正向中介效应可能源于“高绩效组织更愿投入”的反向因果问题，采用有序 Logistic 回归重新估计核心模型。因变量“政策效果感知”具有有序属性，该方法可验证结论是否依赖于多项 Logistic 模型设定。同时，控制组织规模、成立年限及资源获取能力等变量以缓解基础条件差异影响。核心变量的方向与显著性与基准模型一致，表明结论非由模型选择驱动。其次，为应对问卷数据潜在的同源偏差，通过匿名调查、预调研、题项随机排列及 Hausman 检验等多重程序进行控制。检验显示单一因子未解释大部分方差，说明同源偏差影响在可接受范围内。再次，从替代解释角度看，“成本正向作用”可能并非成本本身的效应，而是制度完善程度的代理变量，即高成本反映更完善的治理机制。对此，研究将其理论界定为“治理性投入”，并区分“治

理性成本”与“协调性成本”,与实证中“规则协调成本”呈负向作用形成逻辑对照,增强机制内部一致性。最后,鉴于样本来自特定会议场景,结论更适用于高参与度、高组织化程度的开源主体,对边缘或低参与组织的适用性尚待检验。综上,在控制干扰因素并纳入替代解释后,主要结论依然成立,显示研究具有一定稳健性,但若要外推则仍需结合多源数据进一步验证。

四、理论贡献

随着“深度求索”“千问”等开源 AI 大模型产生全球影响,中国开源创新组织模式日益受到关注。本文基于大规模问卷调查发现:在国家普遍性开源创新政策引导下,层级化程度越低的开源组织,对政策效果的感知越强。组织模式通过创新成本影响政策感知:行为激励成本与产出确权成本具有显著正向中介效应,且后者对组织感知“更丰厚资金配置”的作用更强;而规则协调成本则呈现显著负向中介效应。研究回应了 2021 年以来国家政策背景下开源组织模式如何影响政策效果感知的问题,证实低层级化组织感知效果更优,并初步揭示了创新成本在其中的作用机制。中国经验证据表明,西方所强调的“自治社区型”开源治理应被重新理解为一种制度嵌入型的混合治理模式。

(一)对开源治理理论的补充

本文将“政策”纳入开源治理核心分析框架。既有西方研究多基于市场经济与弱政府干预背景,聚焦社区自治、声誉激励、许可制度及企业参与等机制[5,26],视政府为外生制度环境,而非直接影响治理的关键变量。本文基于中国情境发现,在国家将开源纳入数字治理与科技战略核心的条件下,公共政策已深度嵌入开源组织治理过程,不仅通过资源配置,更通过塑造组织预期、合法性认知与创新成本结构发挥作用[73]。这从经验上拓展了以“社区—市场”二分为主的西方理论,将国家角色及其政策引导纳入开源治理的制度逻辑,增强了理论对多元制度环境的解释力。

(二)对国家治理理论的修正

本研究挑战了西方治理理论中“低层级治理排斥国家介入”的隐含假设[27,41,49]。传统制度经济学认为,去中心化与高度自治是开源高效运作的前提,政府介入易损害创新活力[15],此观点在自愿参与、私法秩序主导的环境中成立[33]。然而,中国证据显示,在发展型国家与强政策嵌入的数字治理情境下,低层级化的自组织型或集市型开源组织并未因政策介入而削弱自治,反而表现出更强的政策感知能力。关键在于,政策主要通过降低行为激励成本与产出确权成本发挥作用,而非施加行政控制。这表明,在特定制度条件下,国家政策可与低层级治理形成互补而非冲突。由此,本文修正了将国家与去中心化治理对立的预设,发现政府效应取决于指导性或强制性的政策类型设置,以及成本缓解或行政干预的作用机制安排。

(三)对新制度主义理论外推边界的拓展

本研究推动开源治理从传统社区范式转向制度嵌入型范式。经典理论多基于法治健全、市场主导、政策中性的制度背景[43,45],而中国实践表明,在政府积极参与数字生态构建的条件下[74,75],开源治理逻辑因创新成本差异而呈现显著制度嵌入性。此时,治理不仅是社区规则与市场机制的结果,更是组织模式、成本结构与政策信号共同塑造的动态过程。本文提出的“组织模式—创新成本—政策效果感知”分析框架,是对这一混合治理逻辑的理论化尝试,为理解非西方情境下的开源治理提供了可推广工具。综上,西方理论中关于国家与低层级治理关系的若干隐含假设,需在发展型国家与数字治理背景下加以修正,开源治理应被视为制度嵌入型的混合模式,而非纯粹的社区自治机制。

五、结语

当今世界,开源作为依托开放协作与资源共享的新型组织范式,已成为国家创新体系的关键力量[76]。本文证实,在普遍性政策环境下,低层级化开源组织表现出更强的政策感知能力,创新成本在其中起关键中介作用——行为激励成本与产出确权成本正向强化感知,规则协调成本则抑制感知。曾被视为“边缘”创新主体的开源组织,其政策感知可通过创新成本有效传导,凸显其在

国家科技战略中的重要地位,尤其在大模型等人工智能前沿领域影响力日益增强。

本文研究进一步发现,不同开源组织模式在政策效果感知上的差异,并非源于政策强度本身,而在于政策工具与组织运行机制的匹配程度。层级化程度较低的组织,其政策感知主要通过降低行为激励成本与产出确权成本得以强化。这类组织依赖自愿参与与松散协作,对制度信号的边际变化高度敏感。因此,针对低层级组织,政策应避免高强度、强约束干预,而宜采用“轻触式”工具[77],如制度认可、开放接口支持、示范项目入选及非排他性资源对接等,释放稳定可预期的正向信号。此类工具不改变内部结构,却能显著改善其对创新收益可持续性的预期,从而在不增加协调负担的前提下提升政策感知。

相比之下,高层级开源组织的政策感知受规则协调成本显著抑制。当政策需嵌入既有科层结构时,新增的内部协调与制度调整成本往往削弱其积极评价。因此,对此类组织,政策优化重点不在加大激励或资源投入,而在于降低规则冲突与协调成本。具体可简化政策结构、减少重复性制度要求、增强政策条款与现有治理规则的兼容性,并通过授权试点、规则豁免或弹性执行空间,为其在不改变基本治理结构的前提下吸收政策目标提供操作余地。因此,开源政策有效性不在于一刀切的普遍工具,而在于契合不同组织模式的运行逻辑:对低层级组织,轻触式的政策通过改善收益预期与确权环境即可奏效;对高层级组织,降低规则协调成本比增强政策强度更为关键。这为中国推动开源政策从统一供给转向差异化实施提供了实证依据与实践方向。

上述发现不仅从“开源组织—创新成本—政策效果感知”视角揭示了政策在数字创新生态中的传导机制,也为中国通过组织模式创新推动高质量发展提供理论支撑与实践路径。未来研究将深入比较不同组织模式下的开源案例,进一步挖掘创新成本的作用机制,尤其聚焦源自中国且具全球影响力的新型开源组织,开展更细致的案例分析与行为数据追踪。

参考文献:

[1]吉登斯. 社会的构成[M]. 李康, 李猛, 译. 北京: 三联书店, 1998.

[2]景天魁. 中国社会发展的时空结构[J]. 社会学研究, 1999(6): 54-66.

[3]张乾友. 价值、分类与治理: 一种自下而上的治理观念[J]. 理论与改革, 2024(3): 1-11.

[4]隆云滔, 王哲, 许哲平, 等. 推动国家资助科研项目开源开放的国际经验及思考[J]. 中国科学院院刊, 2024, 39(1): 152-162.

[5]DEMIL B, LECOCQ X. Neither market nor hierarchy nor network: the emergence of bazaar governance[J]. Organization studies, 2006, 27(10): 1447-1466.

[6]王哲, 蔡劲松. 大模型时代的开源模式与治理机制变革[J]. 中国科学院院刊, 2026, 41(3): 555-567.

[7]AKSULU A, WADE M R. A comprehensive review and synthesis of open-source research [J]. Journal of the association for information systems, 2010, 11(11): 6.

[8]SCHUMPETER J A. The theory of economic development [M]. OPRIE R, Trans. Cambridge: Harvard economic studies, 1934: 46.

[9]SCHUMPETER J A. Essays: on entrepreneurs, innovations, business cycles and the evolution of capitalism[M]. New York: Routledge, 2017.

[10] MALERBA F. Sectoral systems of innovation and production[J]. Research policy, 2002, 31(2): 247-264.

[11] GALLAGHER K S, HOLDREN J P, SAGAR A D. Energy-technology innovation[J]. Annual review of environment and resources, 2006, 31: 193-237.

[12] HAMEL G, ZANINI M. Humanocracy: Creating organizations as amazing as the people inside them [M]. Boston: Harvard Business Press, 2020.

[13]LAKHANI K, WOLF R. Why hackers do what they do: understanding motivation efforts in free/open source software projects[M]. Cambridge: Sloan working paper, 2003.

[14]GABRIEL R P, GOLDMAN R. Open source: beyond the fairytales[J]. Perspectives on business innovation, 2002(8): 24-40.

[15]RAYMOND E S. The cathedral and the bazaar: musings on linux and open source by an accidental revolutionary[M]. Sebastopol: O'Reilly & Associates, 1999.

[16]BOGERS M, ZOBEL A K, AFUAH A, et al. The open innovation research landscape: established perspectives and emerging themes across different levels of analysis [J].

Industry and innovation, 2017, 24(1): 8-40.
[17] JOBLIN M, ECKL-GANSER B, BOCK T, et al. Hierarchical and hybrid organizational structures in open-source software projects: a longitudinal study [J]. ACM transactions on software engineering and methodology, 2022.
[18] WEBER S. The success of open source[M]. Cambridge: Harvard University Press, 2004.
[19] BENKLER Y. Peer production, the commons, and the future of the firm[J]. Strategic organization, 2016, 15(2): 264-274.
[20] LERNER J, TIROLE J. Some simple economics of F/OSS[J]. Journal of industrial economics, 2002(2): 197-234.
[21] ROSENBERG N. Inside the black boxes[M]. London: Cambridge University Press, 1982.
[22] 维赛尔. 自然价值[M]. 北京: 商务印书馆, 2017.
[23] LI Z, YU Y, WANG T, et al. HAF: a hybrid annotation framework based on expert knowledge and learning technique [J]. Science China information sciences, 2022, 65(1): 1-3.
[24] 王怀民, 余跃, 王涛, 等. 群智范式: 软件开发范式的新变革[J]. 中国科学: 信息科学, 2023, 53(8): 1490-1502.
[25] WHITEHURST J. The open organization: igniting passion and performance [M]. Boston: Harvard Business Review Press, 2015.
[26] POWELL W W. Neither market nor hierarchy: network forms of organization[J]. Research in organizational behavior, 1990, 12: 29-336.
[27] POWELL W W, DIMAGGIO P J. The new institutionalism in organizational analysis [M]. Chicago: University of Chicago Press, 2012.
[28] POWELL W W, KOPUT K W, SMITH-DOERR L. Interorganizational collaboration and the locus of innovation: networks of learning in biotechnology [J]. Administrative science quarterly, 1996(2): 116-145.
[29] MCGAHAN A M, SILVERMAN B S. Profiting from technological innovation by others: the effect of competitor patenting on firm value[J]. Research policy, 2006, 35(8): 1222-1242.
[30] HAMEL G, ZANINI M. Humanocracy: Creating organizations as amazing as the people inside them [M]. Boston: Harvard Business Review Press, 2020.
[31] LI Y. The change of science and technology policy in Shanghai from the perspective of innovation process[J]. China science and technology forum, 2023(4): 1-15.
[32] LERNER J, PATHAK P A, TIROLE J. The dynamics of open-source contributors [J]. American economic review, 2006, 96(2): 114-118.
[33] LERNER J, TIROLE J. Some Simple Economics of F/OSS[J]. Journal of industrial economics, 2002(2): 197-234.
[34] LI Z, YU Y, WANG T, et al. HAF: a hybrid annotation framework based on expert knowledge and learning technique [J]. Science China information sciences, 2022, 65(1): 1-3.
[35] ARGOTE L. Organization learning: a theoretical framework[M]// Organizational learning. Boston: Springer, 2013: 31-56.
[36] 周雪光, 艾云. 多重逻辑下的制度变迁: 一个分析框架[J]. 中国社会科学, 2010(4): 132-150,223.
[37] 王哲, 薛澜, 赵静. 开源创新组织的创新成本演化与动态治理机制[J]. 公共管理评论, 2024, 6(4): 108-138.
[38] VON KROGH G, HAEFLIGER S, SPAETH S, et al. Carrots and rainbows: motivation and social practice in open source software development [J]. MIS quarterly, 2012, 36(2): 649-676.
[39] 唐朝永, 刘瑛, 牛冲槐. 组织衰落如何影响组织创新:集权结构、冗余资源与环境丰腴性的作用[J]. 科技进步与对策, 2019, 36(9): 95-101.
[40] PEARCE J L, PAGER R A. Palace politics: resource allocation in radically innovative firms[J]. The journal of high technology management research, 1990, 1(2): 193-205.
[41] WILLIAMSON O E. Transaction cost economics and organization theory [J]. Industrial and corporate change, 1993, 2(2): 107-156.
[42] TEECE D J, PISANO G, SHUEN A. Dynamic capabilities and strategic management [J]. Strategic management journal, 1997, 18(7): 509-533.
[43] OSTROM E. Governing the Commons: the evolution of institutions for collective action [M]. Boston: Cambridge University Press, 1990.
[44] 埃格巴尔. 开放式协作: 开源软件的生产和维护[M]. X-lab 开放实验室, 译. 上海: 华东师范大学出版社, 2022.
[45] AGHION P, HOWITT P. A model of growth through creative destruction[J]. Econometrica, 1992, 60: 323-351.
[46] 柳卸林, 高雨辰, 丁雪辰. 寻找创新驱动发展的新理论思维:基于新熊彼特增长理论的思考[J]. 管理世界, 2017(12): 8-19.
[47] 张五常. 经济组织与交易成本[M]// 新帕尔格雷夫经济学大辞典(E-J). 北京: 经济学科学出版社, 1996:

58-60.
[48]周其仁. 体制成本与中国经济[J]. 经济学(季刊), 2017(3): 859-876.
[49]WILLIAMSON O E. Transaction cost economics[M]// Handbook of industrial organization. Amsterdam: Elsevier, 1989: 135-182.
[50]SIMINGTON N. China is winning. now what? [J]. American affairs, 2024, 8(3): 3-23.
[51]柳卸林, 杨培培, 丁雪辰. 央地产业政策协同与新能源汽车产业发展: 基于创新生态系统视角[J]. 中国软科学, 2023(11): 38-53.
[52]王哲,蔡劲松. 大模型时代的开源模式与治理机制变革[J]. 中国科学院院刊,2026,41(03):555-567.
[53]ZHANG M Y. Meso-level factors in technological transitions: the development of TD-SCDMA in China[J]. Research policy, 2016, 45(2): 546-559.
[54]王东宾, 崔之元. 开放协作与自主创新: 特斯拉开源与中国电动汽车产业的战略机遇[J]. 经济社会体制比较, 2015(3): 1-10.
[55]封凯栋, 陈俊廷. 改变世界的新机器?:新能源汽车全球竞争的前景[J]. 文化纵横, 2024(4): 75-88.
[56]JOHNSON J P. Open-source software: private provision of a public good[J]. Journal of economics & management strategy, 2002, 11(4): 637-662.
[57]SCHMIDT K M, SCHNITZER M. Public subsidies for open source-some economic policy issues of the software market[J]. Harvard journal of law & technology, 2002, 16: 473.
[58]ARROW K J. The economic implications of learning by doing[J]. The review of economic studies, 1962, 29(3): 155-173.
[59]SAINT-PAUL G. Growth effects of nonproprietary innovation[J]. Journal of the european economic association, 2003, 1(2/3): 429-439.
[60]COMINO S, MANTENI F M. Government policies supporting open source software for the mass market[J]. Review of industrial organization, 2005, 26: 217-240.
[61]LERNER J, TIROLE J. The economics of technology sharing: open source and beyond[J]. Journal of economic perspectives, 2005, 19(2): 99-120.
[62]MARCH J, SCHULZ M, ZHOU X. The dynamics of rules: change in written organizational codes[M]. Stanford: Stanford University Press, 2000.
[63]陈强. 高级计量经济学及 Stata 应用[M]. 北京: 高等教育出版社, 2021.
[64]MARSHALL N A. Can policy perception influence social resilience to policy change? [J]. Fisheries research, 2007, 86(2/3): 216-227.
[65]DE WINTER J F C, DODOU D. Five-Point Likert Items: t test versus Mann-Whitney-Wilcoxon[J]. Practical assessment, research, and evaluation, 2012, 15(1): 11.
[66]江艇. 因果推断经验研究中的中介效应与调节效应[J]. 中国工业经济, 2022(5): 100-120.
[67]ALFONS A, ATES N Y, GROENEN P J F. A robust bootstrap test for mediation analysis[J]. Organizational research methods, 2022, 25(3): 591-617.
[68]HAILPERN S M, VISINTAINER P F. Odds ratios and logistic regression: further examples of their use and interpretation[J]. The stata journal, 2003, 3(3): 213-225.
[69]温忠麟, 叶宝娟. 中介效应分析: 方法和模型发展[J]. 心理科学进展, 2014, 22(5): 731-745.
[70]巴比. 社会研究方法[M]. 邱泽奇, 译. 北京: 华夏出版社, 2000.
[71]KENNEDY P A. A guide to economics[M]. 5th ed. Cambridge: MIT Press, 2003.
[72]HAILPERN S M, VISINTAINER P F. Odds ratios and logistic regression: further examples of their use and interpretation[J]. The stata journal, 2003, 3(3): 213-225.
[73]王哲. 开源创新公地治理机制演变:从开源软件到开源大模型的范式转型与治理路径变迁[J]. 电子政务, 2026(2): 45-57.
[74]王哲, 薛澜. 大模型开源创新公地:历史演进、价值逻辑与中国叙事[J]. 探索与争鸣, 2025(7): 128-137,179.
[75]贾开. 开放智能的兴起与治理改革新议程[J]. 华南理工大学学报(社会科学版), 2025, 27(5): 122-131.
[76]WANG Z, LI Z, WANG T, et al. Behavioral analysis of contributors in China's open-source software ecosystem[J]. Scientia sinica informationis, 2026, 56(x).
[77]句华. 助推理论与政府购买公共服务政策创新[J]. 西南大学学报(社会科学版),2017,43(2):74-80.