

考虑CSR的数字医疗平台定价策略研究

毕弘宇, 马志强

江苏大学管理学院, 江苏 镇江

收稿日期: 2025年4月10日; 录用日期: 2025年4月24日; 发布日期: 2025年5月31日

摘要

数字医疗平台企业社会责任(CSR)问题日益凸显, 成为亟待解决的重要课题。文章基于双边市场理论构建由一个数字医疗平台提供在线医疗服务的系统, 研究平台在考虑政府补贴情况下的CSR策略和定价策略, 并进行仿真分析。结果表明: (1) 数字医疗平台CSR投入能够优化服务定价提升患者数量, 但不利于医生数量, 而政府补贴会刺激医患规模的双重增加。(2) 尽管CSR投入会提高数字医疗平台的运营成本, 但也能促进整体效益的逆势上扬, 实现经济效益和社会效益的双赢。(3) 政府补贴能够促进数字医疗平台CSR投入和定价水平的同步上涨。(4) 政府补贴能够显著增强患者效益, 提升患者满意度和信任度。

关键词

数字医疗平台, 企业社会责任, 双边市场, 政府补贴, 定价策略

Research on Pricing Strategies of Digital Health Platforms Considering CSR

Hongyu Bi, Zhiqiang Ma

School of Management, Jiangsu University, Zhenjiang Jiangsu

Received: Apr. 10th, 2025; accepted: Apr. 24th, 2025; published: May 31st, 2025

Abstract

The issue of corporate social responsibility (CSR) of digital medical platforms has become increasingly prominent and has become an important issue to be solved urgently. Based on the two-sided market theory, this paper constructs a system of online medical services provided by a digital medical platform, studies the CSR strategy and pricing strategy of the platform under the condition of considering government subsidies, and conducts simulation analysis. The results show that: (1) The CSR investment of digital medical platform can optimize service pricing and increase the number of patients, but it is not conducive to the number of doctors, and government subsidies will stimulate

the double increase of doctor-patient scale. (2) Although CSR investment will increase the operating cost of the digital medical platform, it can also promote the overall benefit to rise against the trend and achieve a win-win situation of economic and social benefits. (3) Government subsidies can promote the simultaneous increase in CSR investment and pricing level of digital medical platforms. (4) Government subsidies can significantly enhance patient benefits and improve patient satisfaction and trust.

Keywords

Digital Medical Platform, Corporate Social Responsibility (CSR), Bilateral Market, Government Subsidy, Pricing Strategy

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

数字医疗平台是政府统筹下, 为患者和医护人员提供远程交互、分享等行为的双边市场[1] [2], 在创造出显著经济效益的同时, 也催生了新型的企业社会责任(Corporate Social Responsibility, 简称 CSR) 缺失问题。例如, “微医”平台公司内部员工非法窃取用户数据; 一些数字医疗平台存在更为严重的违法违规行, 如非法行医、骗取医保资金等, 不仅违反了法律法规, 还严重损害了患者的健康和公共利益。数字医疗平台 CSR 实际上是借助对个体行为的引导与塑造来实现的[3], CSR 缺失不仅会影响用户的体验和满意度, 还会对平台的声誉和长期发展产生负面作用, 并在网络外部性的影响下陷入用户流失的窘境。CSR 是提高用户线上医疗使用意愿最有效的因素之一[4], 部分数字医疗平台已经意识到 CSR 的重要性, 并进行了有益尝试, 赢得了患者的广泛认可, 提升了竞争优势。如平安好医生因其在在线义诊服务等方面的卓越贡献, 其日均活跃用户数遥遥领先。因此, 数字医疗平台应该重视履行 CSR, 保障用户权益。

然而, CSR 投资的高昂成本严重抑制了数字医疗平台长期投资 CSR 的动力。政府补贴能够改善数字医疗平台绩效, 通过增强平台企业现金流和财务实力来提高平台 CSR 能力, 更好地利用互联网提高医疗资源利用效率[5]。因此, 政府有必要制定相关的补贴对策以激励数字医疗平台的 CSR 投资动机, 保证数字医疗平台的高质量发展[6]。《关于促进“互联网 + 医疗健康”发展的意见》明确指出, 针对数字医疗平台建立完善的补贴措施, 建立费用分担机制[5]。目前部分地方政府及相关机构积极实施包括提供补贴、税收减免等一系列补贴政策, 如将“互联网+”医疗服务, 纳入医保支付体系之中、下发专项补助资金加强医疗卫生机构的综合能力建设, 间接地为数字医疗平台的成长与发展注入强劲动力, 但尚未明确政府补贴策略对数字医疗平台的 CSR 及定价策略具体有何影响。在供应链优化领域, 不少学者探究了政府补贴与企业社会责任的复杂关系, 形成相对完善的理论成果[7]-[10], 但在数字医疗领域, 鲜有学者深入研究政府补贴对医疗平台 CSR 的影响。

基于此, 本文以单个数字医疗平台构成的双边医疗市场为例, 试图探讨以下三个问题: (1) CSR 投资和政府补贴分别对数字医疗平台定价策略和收益有何影响? (2) 数字医疗平台应当如何进行 CSR 投资和定价决策? (3) 政府补贴如何影响数字医疗平台 CSR 投资和定价决策, 进而对用户数量、用户剩余及数字医疗平台收益产生影响? 分别构建基础模型(NN); 纯 CSR 模型(NC); 纯补贴模型(SN); 混合模型(SC)。通过分析对比不同模型中的博弈均衡, 探究政府补贴下数字医疗平台最优 CSR 投资和定价策

略, 并进一步探讨政府补贴对双边用户效用的影响, 以期对数字医疗平台 CSR 投资和定价策略提供理论指导。

2. 文献综述

数字医疗平台是典型的双边市场, 网络外部性[11]的存在使得平台定价十分复杂[12]。学者们对双边市场理论的应用十分广泛, 关注平台的质量监管[13] [14]、欺诈销售行为[15]和反垄断理论[16]等问题。少数学者构建数理模型探究平台策略对双边市场各主体收益的影响, 如曹裕等构建双寡头网约车平台竞争模型[17]、Hagi 和 Halaburda 构建差异化信息模型[18]。可见双边市场理论多聚焦于电商、网约车等双边市场, 对数字医疗平台的适配机制探讨不足。线上医疗会增加医生线下的服务量[19], 同时也会存在法律风险[20] [21]。尽管已有对数字医疗平台的研究已逐步从单一主体向多主体互动、从技术应用到战略管理、从单一维度向综合体系架构拓展[22]-[26], 展现了数字医疗平台研究的多元化与深入化趋势, 但多数聚焦于数字医疗平台企业作为单一主体的运营策略与机制, 相对忽视了其社会角色, 而平台的经济属性与社会属性是紧密相连、不可分割的, 这赋予了数字医疗平台 CSR 内在的合理性和必然性[27] [28]。此外, 现有研究也并未考虑政府补贴政策的支持推动作用。

近年来, CSR 投资策略在企业战略管理领域引起了广泛的研究兴趣, 并取得了初步成果。姚锋敏等(2021)开创性地研究了零售商主导型闭环供应链中, 零售商 CSR 投入与政府补贴双重作用下的回收渠道选择、定价策略及供应链协调机制, 为理解单边市场环境下 CSR 的经济效应提供了新视角[8] [10]。进一步地, 黄鹤等(2023)研究发现, 零售商的 CSR 投入不仅能够显著提升其自身利润, 但同时也可能对供应链上游的制造商产生负外部性[29]。少部分学者如梁昌勇等(2024)探讨了 CSR 与政府补助对养老企业财务绩效的影响作用[30]。随着共享经济的蓬勃发展, 共享经济规制问题, 尤其是平台型企业 CSR 的缺失或异化, 已成为学术界亟待解决的重要议题。一系列探索性研究深入剖析了这些问题[31] [32], 旨在揭示其内在机制与外在影响, 为政策制定与企业管理提供理论支撑。Wei 等(2023)以滴滴平台为案例, 深入探讨了风险规避情境下, 双边平台 CSR 投资策略、网络外部性等因素对平台利益的综合影响[33], 不仅丰富了双边市场理论在 CSR 领域的应用, 也为平台企业如何在不确定环境中优化 CSR 策略、实现可持续发展提供了实践指导。综上所述, 尽管当前研究在 CSR 投资策略领域已取得一定进展, 但面向数字医疗平台等复杂双边市场结构的深入探讨仍显不足。

从上述分析可知, 尽管 CSR 作为战略管理领域的重要议题已受到广泛关注, 但现有研究多聚焦于单边市场环境, 鲜有文献系统性地探讨数字医疗平台这一典型双边市场中的 CSR 问题, 尤其忽视了政府补贴作为外部政策工具对平台决策行为的潜在影响。鉴于此, 本研究致力于填补这一研究空白, 通过深度融合企业社会责任理论与数字医疗平台的特定情境特征, 创新性地将政府补贴因素纳入分析框架, 构建了考虑政府补贴的数字医疗平台 CSR 投入策略模型。本模型不仅深化了对数字医疗平台 CSR 策略复杂性的理解, 还从多维度、多层次视角深入剖析了平台 CSR 投入的策略选择及其内在机理。通过这一综合分析, 本研究旨在为数字医疗平台优化其服务供给、提升服务质量提供科学的决策依据。

3. 问题描述与假设

本研究分析政府补贴对数字医疗平台企业社会责任投资的影响和作用, 考虑由一个双边数字医疗平台提供在线医疗服务的系统, 通过招募医生为患者提供在线医疗服务, 使用 c 和 d 分别表示患者和在线医生。由于网络外部性 a_c (患者)和 a_d (医生)的存在, 患者和医生会根据自身情况及评论信息对线上医疗服务进行评估, 确定各自的服务估值和服务成本, 最终选择是否加入医疗平台, 假设患者估值为 v , 医生服务成本为 c 。数字医疗平台连接在线医生和患者, 决定在线医疗服务的价格 p , 向患者收取服务

费用, 但需要向医生支付报酬, 假设平台收益比例为 λ , $\lambda \in (0,1)$, λ 越小表示医生分成比例越高, 不考虑平台边际成本和固定成本。医疗平台 CSR 缺失行为使平台遭受损失 L , 假设 CSR 缺失的概率为 η 。同时, 政府部门会通过制定补贴政策如将在线医疗接入医保的方式来促进数字医疗平台的发展, 为简化计算, 假设政府价格补贴 ω 。在线医疗服务模式如图 1 所示。

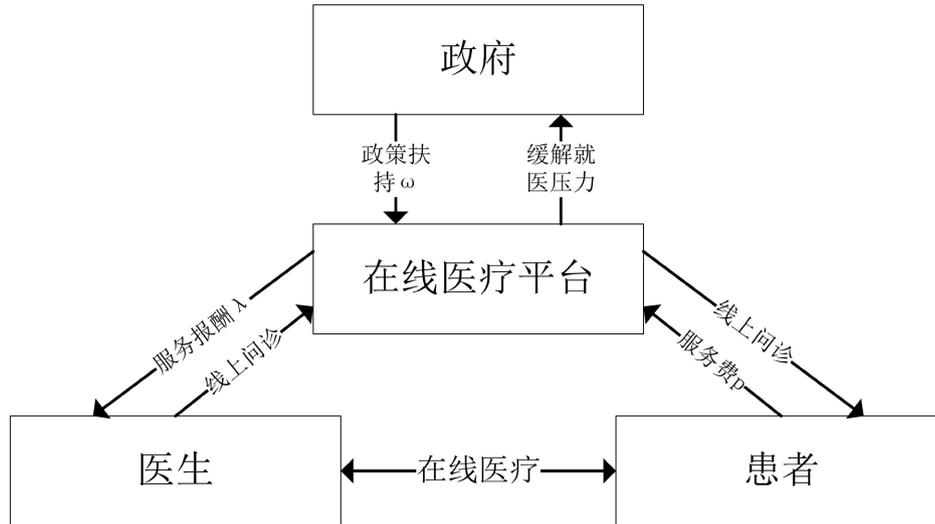


Figure 1. Online medical service model
图 1. 在线医疗服务模式

根据在线医疗服务的发生顺序建立信息完全对称的双边平台博弈模型, 如图 2 所示。第一步: 政府决定是否对数字医疗平台进行财政补贴; 第二步: 数字医疗平台决定是否投资 CSR, 并确定投资水平 e ; 第三步: 医生和患者观察医疗机构的决策, 确定各自的服务成本 c 或服务估值 v , 决定是否加入平台享受服务。

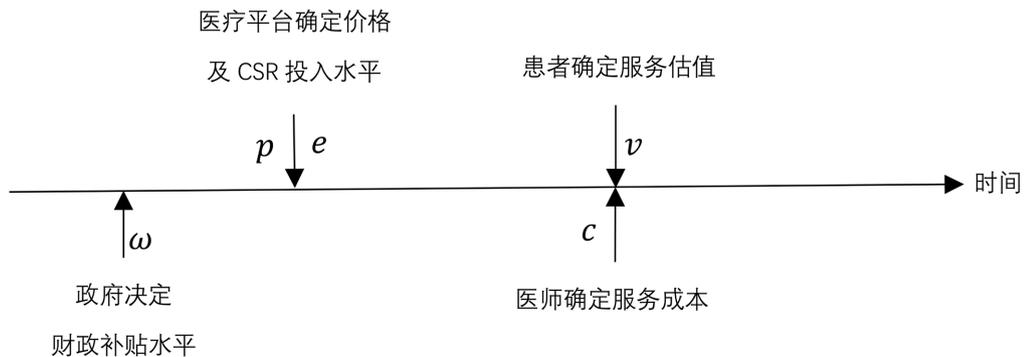


Figure 2. The sequence of the three-stage game of the digital healthcare platform
图 2. 数字医疗平台三阶段博弈顺序

本研究对所有参数均进行了归一化处理, 相关符号及说明如表 1 所示。同时, 为保证模型平台收益函数为凹性和相关表达式的现实意义[8], 在参数满足以下条件的情况下进行后续分析: ①

$$k_1 k_1 = \frac{\lambda(\theta - a_c m)^2}{(1 - a_c a_d)[2 - 2a_c(1 - \lambda)]}, \quad \textcircled{2} \quad \theta - a_c m > 0, \quad \textcircled{3} \quad a_d \theta - m < 0.$$

Table 1. Symbol definitions
表 1. 符号定义

符号	含义
p	在线医疗服务价格
$\lambda \in (0,1)$	平台收益比例
$e \in (0,1)$	CSR 投资水平
v	患者对线上医疗服务的估值
θ	患者的 CSR 敏感系数
c	医生单位服务成本
m	医生由于 CSR 而产生的额外成本系数
L	医生违反 CSR 为数字医疗平台带来的损失
η	医生违反 CSR 的概率, 均值为 μ
ω	政府补贴价格
k	数字医疗平台 CSR 投入的成本系数
$a_i (i = c, d)$	患者和医生的网络外部性
$n_i (i = c, d)$	患者和医生的数量
$U_i^j (i = c, d; j = NN, NC, SN, SC)$	不同情况下患者和医生的效用
$\Pi^j (j = NN, NC, SN, SC)$	不同情况下互联网数字医疗平台的效用

注: NN 代表基础模型; NC 代表纯 CSR 模型; SN 代表纯补贴模型; SC 代表混合模型。

4. 模型建立

政府及数字医疗平台的策略选择及参数假设, 分别构建基础模型(NN)、纯 CSR 模型(NC)、纯补贴模型(SN)以及混合模型(SC)。

4.1. 基础模型(NN)

NN 模型下无政府补贴, 数字医疗平台也不投资 CSR, 代表数字医疗平台启动探索期, 远程医疗系统的初步建立, 以及在线医疗信息的初步整合。

患者对于在线医疗服务的价值感知存在异质性, 基于 Hotelling 模型假设, 患者对在线医疗服务的价值估值 v 在 $[0,1]$ 服从均匀分布, $f(v)$ 是估值的概率密度函数。患者对于互联网在线医疗机构的使用意愿及行为受自身价值感知和平台网络外部性的综合影响[34]。患者受网络外部性影响的效用为 $a_c n_d$, 其中 n_d 为在线医生的数量。此时, 不存在政府财政补贴, 数字医疗平台也不投资 CSR, 患者的效用函数为:

$$U_c^{NN} = v - p + a_c n_d \quad (1)$$

根据有限理性假设, 当且仅当患者效用大于等于零时, 即 $v \geq v^* (v^* = p - a_c n_d)$, 患者有意愿使用在线医疗服务, 又因为 v 在 $[0,1]$ 服从均匀分布, 此时患者数量为:

$$n_c = \int_{v^*}^1 f(v) dv = 1 - p + a_c n_d \quad (2)$$

在线医生加入医疗平台提供在线问诊服务, 能够锻炼其专业能力并获得一定经济回报, 其效用与医疗服务订单数量和服务成本相关。医生提供在线问诊耗费的时间和精力等成本因人而异, 其专业能力也存在差异, 假设医生提供问诊服务的单位成本 c 在 $[0,1]$ 服从均匀分布, $g(c)$ 为其概率密度函数。在线

医生受网络外部性影响的效用为 $a_d n_c$, n_c 为在线医生的数量。在线医生的效用函数为:

$$U_d^{NN} = \frac{n_c}{n_d} [(1-\lambda)p + a_d n_c - c] \quad (3)$$

同样, 医生仅会在其预期效用为正时加入机构提供在线医疗服务, 即 $c \leq c^*$ ($c^* = (1-\lambda)p + a_d n_c$), 在线医生数量为:

$$n_d = \int_0^{c^*} g(c) dc = (1-\lambda)p + a_d n_c \quad (4)$$

医疗平台通过提供在线医疗服务抽取一定比例(λ)的佣金, 但当在线医生存在违反 CSR 行为时, 会对医疗机构造成一定的经济和名誉损失 L 。借鉴 Wei, Liu 等的研究[33], 假设 L 是一个外生变量, 其值的改变代表不同种类的 CSR 违规行为。假设医生违反 CSR 的概率为 η , 均值为 μ 。此时, 医疗平台只需决定在线医疗服务的价格 p 以最大化其预期收益:

$$\max E(\Pi^{NN}) = E(\lambda n_c p - \eta L) \quad (5)$$

4.2. 纯 CSR 模型(NC)

NC 模型下无政府补贴, 数字医疗平台投资 CSR, 代表医疗平台加速发展期, 随着用户需求和规模快速增长, 市场竞争格局显现, 医疗平台开始关注 CSR。

医疗平台决定投资 CSR 时, 由于其医疗能力及社会声誉的提升, 会吸引部分潜在患者进入平台体验在线医疗服务。假设医疗机构投资 CSR 水平为 e , 患者的 CSR 敏感系数为 θ , 则相较于 NN 情况, 患者效用会增加 θe 。患者的效用函数为:

$$U_c^{NC} = v - p + a_c n_d + \theta e \quad (6)$$

患者数量变为:

$$n_c = 1 - p + a_c n_d + \theta e \quad (1)$$

对于在线医生来说, 医疗平台投资 CSR 要求医生进一步投入精力和成本进行相关知识和技能培训, 提升其机会成本, 也增加了在线医疗行业的行业门槛。假设在线医生因 CSR 投资而增加的额外成本系数为 m , 医生效用会减少 me 。此时医生的效用函数为:

$$U_d^{NC} = \frac{n_c}{n_d} [(1-\lambda)p + a_d n_c - c - me] \quad (8)$$

愿意提供在线医疗服务的医生数量为:

$$n_d = (1-\lambda)p + a_d n_c - me \quad (9)$$

CSR 能够有效帮助企业协调利益相关者之间的关系, 增强组织韧性, 减少不良事件发生的概率[35][36]。不失一般性, 假设医疗平台决定投资 CSR 的成本是投资水平的递增凹函数, 用二次函数表示为 $\frac{1}{2}ke^2$ ($k > 0$ 为 CSR 投入成本系数), 此时医生违反 CSR 的概率的均值下降为 $(1-e)\mu$ [33][37]。此时, 医疗平台需要决定在线医疗服务的价格 p 以及 CSR 投资水平 e , 以最大化其预期收益:

$$\max E(\Pi^{NC}) = E\left(\lambda n_c p - \eta L - \frac{1}{2}ke^2\right) \quad (10)$$

另外, 企业 CSR 投资具备一定的门槛效应[38], 只有当平台 CSR 投资水平达到一定程度时才能被客户所感知, 进而提升客户效用。假设 e_0 为医疗平台决定投资 CSR 时的最低水平, $e \geq e_0$ 。

4.3. 纯补贴模型(SN)

SN 模型下有政府补贴, 数字医疗平台不投资 CSR, 代表数字医疗平台发展进入政策推动期, 一系列鼓励和支持互联网医疗发展的政策相继出台, 为数字医疗平台提供保障和支持。

政府决定对在线医疗行业进行补贴时, 数字医疗平台能够享受到政府的扶持, 吸引更多的患者进入平台。平台具有价格优势, 其损失由政府补贴, 价格补贴为 ω , 此时患者进行在线医疗的实际价格为 $p - \omega$ 。患者的效用函数为:

$$U_c^{SN} = v - p + a_c n_d + \omega \quad (11)$$

价格的降低会使患者数量有所增加:

$$n_c = 1 - p + a_c n_d + \omega \quad (12)$$

为简化计算, 本研究假设政府财政补贴并不影响医生的单位效用, 对数字医疗平台的影响主要反映在患者数量以及价格变动方面。此时在线医生的效用函数为:

$$U_d^{SN} = \frac{n_c}{n_d} [(1 - \lambda)p + a_d n_c - c] \quad (13)$$

医生数量为:

$$n_d = (1 - \lambda)p + a_d n_c \quad (14)$$

数字医疗平台的最大化预期收益为:

$$\max E(\Pi^{SN}) = E(\lambda n_c p - \eta L) \quad (15)$$

4.4. 混合模型(SC)

SC 模型下有政府补贴, 数字医疗平台投资 CSR, 代表数字医疗平台进入市场成熟期, 政府大力扶持, 数字医疗平台积极承担社会责任, 缓解就医压力。

政府决定对数字医疗平台进行财政补贴, 并且数字医疗平台决定投资 CSR, 患者能够享受到价格补贴以及 CSR 带来的双重额外收益, 其效用函数变为:

$$U_c^{SC} = v - p + a_c n_d + \theta e + \omega \quad (16)$$

患者数量也变为:

$$n_c = 1 - p + a_c n_d + \theta e + \omega \quad (17)$$

医生的效用函数同 NC 模型相同:

$$U_d^{SC} = \frac{n_c}{n_d} [(1 - \lambda)p + a_d n_c - c - me] \quad (18)$$

医生数量为:

$$n_d = (1 - \lambda)p + a_d n_c - me \quad (19)$$

数字医疗平台最大预期收益为:

$$\max E(\Pi^{SC}) = E\left(\lambda n_c p - \eta L - \frac{1}{2} k e^2\right), e \geq e_0 \quad (20)$$

针对以上不同模型进行分析, 可得到如下结果, 表 2 为不同模型的具体均衡结果。

Table 2. Equilibrium results of different models

表 2. 不同模型的均衡结果

	NN 模型	NC 模型	SN 模型	SC 模型
n_c	$\frac{1-p+(1-\lambda)pa_c}{1-a_c a_d}$	$\frac{1-p+(1-\lambda)pa_c+\theta e-a_c me}{1-a_c a_d}$	$\frac{1-p+\omega+(1-\lambda)pa_c}{1-a_c a_d}$	$\frac{1-p+\omega+(1-\lambda)pa_c+\theta e-a_c me}{1-a_c a_d}$
n_d	$\frac{(1-\lambda-a_d)p+a_d}{1-a_c a_d}$	$\frac{(1-\lambda)p+a_d(1-p+\theta e)-me}{1-a_c a_d}$	$\frac{(1-\lambda-a_d)p+a_d(1+\omega)}{1-a_c a_d}$	$\frac{(1-\lambda)p+a_d(1-p+\theta e+\omega)-me}{1-a_c a_d}$
p	$\frac{1}{2-2(1-\lambda)a_c}$	$\frac{[k-\mu L(\theta-a_c m)](1-a_c a_d)}{k(1-a_c a_d)[2-2a_c(1-\lambda)]-\lambda(\theta-a_c m)^2}$	$\frac{1+\omega}{2-2(1-\lambda)a_c}$	$\frac{[k(1+\omega)-\mu L(\theta-a_c m)](1-a_c a_d)}{k(1-a_c a_d)[2-2a_c(1-\lambda)]-\lambda(\theta-a_c m)^2}$
e	/	$\frac{\lambda(\theta-a_c m)+\mu L(1-a_c a_d)[2-2a_c(1-\lambda)]}{k(1-a_c a_d)[2-2a_c(1-\lambda)]-\lambda(\theta-a_c m)^2}$	/	$\frac{\lambda(1+\omega)(\theta-a_c m)+\mu L(1-a_c a_d)[2-2a_c(1-\lambda)]}{k(1-a_c a_d)[2-2a_c(1-\lambda)]-\lambda(\theta-a_c m)^2}$
U_c	U_c^{NN}	U_c^{NC}	U_c^{SN}	U_c^{SC}
U_d	U_d^{NN}	U_d^{NC}	U_d^{SN}	U_d^{SC}
Π	$\frac{\lambda}{4(1-a_c a_d)(1-(1-\lambda)a_c)}-\mu L$	Π^{NC}	$\frac{\lambda(1+\omega)^2}{4(1-a_c a_d)(1-(1-\lambda)a_c)}-\mu L$	Π^{SC}

注：限于篇幅，展示部分均衡结果。

引理 1 假定 p (或者 p 和 e) 给定的情况下，能够计算出加入数字医疗平台的患者和医生数量。以 SC 为例，患者数量为：

$$n_c^{SC} = \frac{1-p+\omega+(1-\lambda)pa_c+\theta e-a_c me}{1-a_c a_d} \tag{21}$$

医生数量为：

$$n_d^{SC} = \frac{(1-\lambda)p+a_d(1-p+\theta e+\omega)-me}{1-a_c a_d} \tag{22}$$

证明： SC 条件下，联立式(17)和(19)求解可得。同理得到其他情况下患者和医生的数量。

引理 2 当数字医疗平台决定不投资 CSR 时， NN 模型的均衡价格为：

$$p^{NN} = \frac{1}{2-2(1-\lambda)a_c} \tag{23}$$

数字医疗平台的预期收益为：

$$\Pi^{NN} = \frac{\lambda}{4(1-a_c a_d)(1-(1-\lambda)a_c)}-\mu L \tag{24}$$

SN 模型的均衡价格为：

$$p^{SN} = \frac{1+\omega}{2-2(1-\lambda)a_c} \tag{25}$$

数字医疗平台的预期收益为：

$$\Pi^{SN} = \frac{\lambda(1+\omega)^2}{4(1-a_c a_d)(1-(1-\lambda)a_c)}-\mu L \tag{26}$$

证明: NN 模型中, 根据引理 1 可得 $n_c^{NN} = \frac{1-p+(1-\lambda)pa_c}{1-a_c a_d}$, $n_d^{NN} = \frac{(1-\lambda-a_d)p+a_d}{1-a_c a_d}$, 代入 $E(\Pi)$, 进而对 p 求一阶偏导得 $\frac{\partial \Pi}{\partial p} = \frac{\lambda[2(1-\lambda)pa_c+1-2p]}{1-a_c a_d}$, 求二阶偏导得 $\frac{\partial^2 \Pi}{\partial p^2} = \frac{\lambda[2(1-\lambda)a_c-2]}{1-a_c a_d} < 0$ 恒成立,

则令 $\frac{\partial \Pi}{\partial p} = 0$ 得 $p^{NN} = \frac{1}{2-2(1-\lambda)a_c}$, 即 $E(\Pi)$ 在 p^{NN} 处取得最大值, 代入可得

$$\Pi^{NN} = \frac{\lambda}{4(1-a_c a_d)(1-(1-\lambda)a_c)} - \mu L。将 p^{NN} 和 n_c^{NN}、n_d^{NN} 代入 U_c^{NN}、U_d^{NN} 可求得患者和医生在均衡条件下的收益, 限于篇幅, 此处不再赘述。同理, SN 情况下, $E(\Pi)$ 在 $p^{SN} = \frac{1+\omega}{2-2(1-\lambda)a_c}$ 处取得最大值$$

$\Pi^{SN} = \frac{\lambda(1+\omega)^2}{4(1-a_c a_d)(1-(1-\lambda)a_c)} - \mu L。$

引理 3 当数字医疗平台决定投资 CSR 时:

NC 模型中, 均衡价格和 CSR 投资水平为:

$$p^{NC} = \frac{[k - \mu L(\theta - a_c m)](1 - a_c a_d)}{k(1 - a_c a_d)[2 - 2a_c(1 - \lambda)] - \lambda(\theta - a_c m)^2} \tag{27}$$

$$e^{NC} = \frac{\lambda(\theta - a_c m) + \mu L(1 - a_c a_d)[2 - 2a_c(1 - \lambda)]}{k(1 - a_c a_d)[2 - 2a_c(1 - \lambda)] - \lambda(\theta - a_c m)^2} \tag{28}$$

当 $k_1 < k < k_0^{NC}$ 时, 数字医疗平台得预期收益为:

$$\begin{aligned} \Pi^{NC} = & -\mu L - \frac{k(\lambda(\theta - a_c m) - 2(-1 + a_c a_d)(1 + a_c(-1 + \lambda))\mu L)^2}{2(2(-1 + a_c a_d)k(1 + a_c(-1 + \lambda)) + \lambda(\theta - a_c m)^2)^2} \\ & - \frac{(-1 + a_c a_d)(1 + a_c(-1 + \lambda))\lambda(k + 3\mu L(\theta - a_c m))(k + \mu L(-\theta + a_c m))}{(2(-1 + a_c a_d)k(1 + a_c(-1 + \lambda)) + \lambda(\theta - a_c m)^2)^2} \end{aligned} \tag{29}$$

其中 $k_1 = \frac{\lambda(\theta - a_c m)^2}{(1 - a_c a_d)[2 - 2a_c(1 - \lambda)]}$, $k_0^{NC} = \frac{\lambda(\theta - a_c m)[1 + (\theta - a_c m)e_0]}{e_0(1 - a_c a_d)[2 - 2a_c(1 - \lambda)]} + \frac{\mu L}{e_0}$ 为数字医疗平台 CSR 水平为阈值 e_0 时对应的成本系数。当 $k \geq k_0^{NC}$ 时:

$$\Pi^{NC} = \frac{(1 + (\theta - a_c m)e_0)^2}{4(1 - a_c a_d)(1 - (1 - \lambda)a_c)} - \mu L - \frac{1}{2}ke_0^2 \tag{30}$$

SC 模型中, 均衡价格和 CSR 投资水平为:

$$p^{SC} = \frac{[k(1 + w) - \mu L(\theta - a_c m)](1 - a_c a_d)}{k(1 - a_c a_d)[2 - 2a_c(1 - \lambda)] - \lambda(\theta - a_c m)^2} \tag{31}$$

$$e^{SC} = \frac{\lambda(1 + w)(\theta - a_c m) + \mu L(1 - a_c a_d)[2 - 2a_c(1 - \lambda)]}{k(1 - a_c a_d)[2 - 2a_c(1 - \lambda)] - \lambda(\theta - a_c m)^2} \tag{32}$$

当 $k_1 < k < k_0^{SC}$ 时, 数字医疗平台的预期收益为:

$$\begin{aligned} \Pi^{SC} = & -\mu L - \frac{(-1+a_c a_d)(1+a_c(-1+\lambda))\lambda(k-\theta\mu L+a_c\mu Lm+k\omega)(3\mu L(\theta-a_c m)+k(1+\omega))}{\left(2(-1+a_c a_d)k(1+a_c(-1+\lambda))+\lambda(\theta-a_c m)^2\right)^2} \\ & - \frac{k(-2(-1+a_c a_d)(1+a_c(-1+\lambda))\mu L+\lambda(\theta-a_c m)(1+\omega))^2}{2\left(2(-1+a_c a_d)k(1+a_c(-1+\lambda))+\lambda(\theta-a_c m)^2\right)^2} \end{aligned} \quad (33)$$

其中 $k_0^{SC} = \frac{\lambda(\theta-a_c m)[1+\omega+(\theta-a_c m)e_0]}{e_0(1-a_c a_d)[2-2a_c(1-\lambda)]} + \frac{\mu L}{e_0}$ 。

当 $k \geq k_0^{SC}$ 时:

$$\Pi^{SC} = \frac{(1+\omega+(\theta-a_c m)e_0)^2}{4(1-a_c a_d)(1-(1-\lambda)a_c)} - \mu L - \frac{1}{2} k e_0^2 \quad (34)$$

事实上, NC 模型为 SC 模型在 $\omega=0$ 时的特殊情况。引理 3 表明由于有限理性的存在, 数字医疗平台并非无条件进行 CSR 投资, 而是根据 CSR 投入成本系数确定投资决策。当 $k_1 < k < k_0$ 时, CSR 投资水平与 CSR 投入成本系数呈负相关关系。当 $k > k_0$ 时, 过高的成本会使得数字医疗平台将 CSR 投入水平下降为最低可行水平, 即 e_0 。

证明: NC 模型中, 采用逆向归纳法求解。根据引理 1 可得

$$n_c^{NC} = \frac{1-p+(1-\lambda)pa_c+\theta e-a_c m e}{1-a_c a_d}$$

$$n_d^{NC} = \frac{(1-\lambda-a_d)p+a_d+(a_d\theta-m)e}{1-a_c a_d}$$

代入 $E(\Pi)$, 分别对 p 和 e 求偏导得 $\frac{\partial \Pi}{\partial p} = \frac{\lambda[-2p+2(1-\lambda)pa_c+\theta e-a_c m e]}{1-a_c a_d}$,

$\frac{\partial \Pi}{\partial e} = \frac{\lambda p(\theta-a_c m)}{1-a_c a_d} + \mu L - k e$, 进而求得 $E(\Pi)$ 的海塞矩阵为:

$$\begin{bmatrix} \frac{\partial^2 \Pi}{\partial p^2} & \frac{\partial^2 \Pi}{\partial p \partial e} \\ \frac{\partial^2 \Pi}{\partial e \partial p} & \frac{\partial^2 \Pi}{\partial e^2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\lambda(-2+2(1-\lambda)a_c)}{1-a_c a_d} & \frac{\lambda(\theta-a_c m)}{1-a_c a_d} \\ \frac{\lambda(\theta-a_c m)}{1-a_c a_d} & -k \end{bmatrix}$$

当海塞矩阵负定时, 左上角各阶主子式依次负正相间, 即当满足条件: $k > k_1$,

$k_1 = \frac{\lambda(\theta-a_c m)^2}{(1-a_c a_d)[2-2a_c(1-\lambda)]}$, $E(\Pi)$ 为凹函数, 可求得最大值。令 $\frac{\partial \Pi}{\partial p} = 0$, $\frac{\partial \Pi}{\partial e} = 0$ 求得

$$p^{NC} = \frac{[k-\mu L(\theta-a_c m)](1-a_c a_d)}{k(1-a_c a_d)[2-2a_c(1-\lambda)]-\lambda(\theta-a_c m)^2}, \quad e^{NC} = \frac{\lambda(\theta-a_c m)+\mu L(1-a_c a_d)[2-2a_c(1-\lambda)]}{k(1-a_c a_d)[2-2a_c(1-\lambda)]-\lambda(\theta-a_c m)^2}。$$

当条件①满足时, e^{NC} 是 k 的单调递减函数。当数字医疗平台 CSR 投资水平为 e_0 时,

$k_0^{NC} = \frac{\lambda(\theta-a_c m)[1+(\theta-a_c m)e_0]}{e_0(1-a_c a_d)[2-2a_c(1-\lambda)]} + \frac{\mu L}{e_0}$ 。当 $k_1 < k < k_0^{NC}$ 时, 将 p^{NC} 、 e^{NC} 代入可求得 Π^{NC} ; 当 $k \geq k_0^{NC}$,

数字医疗平台 CSR 投资水平为 e_0 , 带入 e_0 可求得 Π^{NC} 。同理求得 k_0^{SC} 、 Π^{SC} 。

5. 均衡结果分析

5.1. 敏感性分析

命题 1 医生网络外部性对平台 CSR 投资水平正相关, 而在高 CSR 投资成本系数情境下, 医生网络外部性与数字医疗服务定价正相关。

证明: 以 NC 模型为例, 令 p^{NC} 和 e^{NC} 对 a_d 求一阶偏导, 可得:

$$\frac{\partial p^{NC}}{\partial a_d} = \frac{a_c \lambda (\theta - a_c m)^2 (k + \mu L(a_c m - \theta))}{(k(-1 + a_c a_d)[2 - 2a_c(1 - \lambda)] + \lambda(\theta - a_c m)^2)^2}, \quad \frac{\partial e^{NC}}{\partial a_d} = \frac{2a_c \lambda (1 + a_c(-1 + a_c a_d))(\theta - a_c m)(k + \mu L(\theta - a_c m))}{(k(-1 + a_c a_d)[2 - 2a_c(1 - \lambda)] + \lambda(\theta - a_c m)^2)^2}.$$

化简, 由于条件①, $\frac{\partial e^{NC}}{\partial a_d} > 0$ 成立; 当 $k > \mu L(\theta - a_c m)$ 时, $\frac{\partial p^{NC}}{\partial a_d} > 0$ 成立, 得证。

命题 1 表明医生网络外部性一般对数字医疗平台 CSR 投资水平和定价决策具有正向影响。随着医生规模的扩大, 数字医疗平台能够提供优质高效的医疗服务, 相应能够获得更大的议价能力。同时, 数字医疗平台在市场上的影响力也随之增强, 促使平台更加注重自身社会形象的塑造与品牌价值的提升。

命题 2 患者 CSR 敏感系数与数字医疗平台 CSR 投资水平正相关。此时, 若数字医疗平台投资 CSR 的成本系数较高, 患者 CSR 敏感系数与数字医疗服务定价正相关。

证明: 以 NC 模型为例, 令 p^{NC} 和 e^{NC} 对 θ 求一阶偏导, 可得:

$$\frac{\partial p^{NC}}{\partial \theta} = \frac{(1 - a_c a_d) \mu L}{k(1 - a_c a_d)[2 - 2a_c(1 - \lambda)] - \lambda(\theta - a_c m)^2} + \frac{2\lambda(1 - a_c a_d)(\theta - a_c m)(k - \mu L(\theta - a_c m))}{(k(1 - a_c a_d)[2 - 2a_c(1 - \lambda)] - \lambda(\theta - a_c m)^2)^2} \quad (35)$$

$$\frac{\partial e^{NC}}{\partial \theta} = \frac{1}{k(1 - a_c a_d)[2 - 2a_c(1 - \lambda)] - \lambda(\theta - a_c m)^2} + \frac{2\lambda(\theta - a_c m)(\lambda(\theta - a_c m) + \mu L(1 - a_c a_d)[2 - 2a_c(1 - \lambda)])}{(k(1 - a_c a_d)[2 - 2a_c(1 - \lambda)] - \lambda(\theta - a_c m)^2)^2} \quad (36)$$

化简, 由于条件①, $\frac{\partial e^{NC}}{\partial \theta} > 0$ 成立; 当 $2k > (\theta - a_c m)$ 时, $\frac{\partial p^{NC}}{\partial \theta} > 0$ 成立, 得证。

命题 2 表明随着患者对 CSR 敏感度的提高, 数字医疗平台会通过积极 CSR 投入促进患者对平台的长期信赖与偏好, 此时患者更愿意为高质量且具有社会责任感的医疗服务支付溢价。

命题 3 医生收益比例与数字医疗平台 CSR 投资水平负相关。当数字医疗平台投资 CSR 的成本系数较高时, 医生收益比例与数字医疗服务定价正相关。

证明: 以 NC 模型为例, 令 p^{NC} 和 e^{NC} 对 λ 求一阶偏导, 可得:

$$\frac{\partial p^{NC}}{\partial \lambda} = -\frac{(1 - a_c a_d)(2a_c k(1 - a_c a_d) - (\theta - a_c m)^2)(k - \mu L(\theta - a_c m))}{(k(1 - a_c a_d)[2 - 2a_c(1 - \lambda)] - \lambda(\theta - a_c m)^2)^2} \quad (37)$$

$$\frac{\partial e^{NC}}{\partial \lambda} = \frac{2(a_c - 1)(a_c a_d - 1)(\theta - a_c m)(k - \mu L(\theta - a_c m))}{\left(k(1 - a_c a_d)[2 - 2a_c(1 - \lambda)] - \lambda(\theta - a_c m)^2\right)^2} \quad (38)$$

化简, 由于条件①, 则 $\frac{\partial e^{NC}}{\partial \lambda} > 0$ 恒成立;

当 $k > \max\left\{\mu L(\theta - a_c m), \frac{(\theta - a_c m)^2}{2a_c(1 - a_c a_d)}\right\}$ 时, $\frac{\partial p^{NC}}{\partial \lambda} < 0$ 成立。

λ 在线医疗平台收益比例, $(1 - \lambda)$ 表示医生收益比例, 得证。

命题 3 表明较高的医生收益比例可能挤占平台在 CSR 领域的投入, 降低 CSR 投资水平。当数字医疗平台的 CSR 投资成本系数较高时, 平台倾向于通过提高服务定价来实现成本补偿。

命题 4 政府补贴与数字医疗平台 CSR 投资水平和数字医疗服务定价显著正相关。

证明: 以 SC 模型为例, 令 p^{SC} 和 e^{SC} 对 ω 求一阶偏导, 可得:

$$\frac{\partial p^{SC}}{\partial \omega} = \frac{(1 - a_c a_d)k}{k(1 - a_c a_d)[2 - 2a_c(1 - \lambda)] - \lambda(\theta - a_c m)^2} \quad (39)$$

$$\frac{\partial e^{SC}}{\partial \omega} = \frac{(\theta - a_c m)\lambda}{k(1 - a_c a_d)[2 - 2a_c(1 - \lambda)] - \lambda(\theta - a_c m)^2} \quad (40)$$

$\frac{\partial p^{SC}}{\partial \omega} > 0$, $\frac{\partial e^{SC}}{\partial \omega} > 0$ 恒成立, 得证;

命题 4 表明政府补贴对数字医疗平台的 CSR 投资水平与定价策略具有正向影响。一方面, 补贴政策通过降低患者的经济负担, 扩大了市场需求, 还能作为“政策信号”, 激励平台增加在 CSR 领域的投入。另一方面, 政府补贴增加了平台的财务资源, 使得数字医疗平台在提供医疗服务时拥有更大的定价空间。

5.2. CSR 对数字医疗平台的影响

命题 5 对比 NN 模型和 NC 模型的均衡结果: $n_c^{NC} > n_c^{NN}$, $\frac{\partial n_c^{NC}}{\partial e} > 0$, $\frac{\partial n_c^{NC}}{\partial p} < 0$, $n_d^{NC} < n_d^{NN}$,

$$\frac{\partial n_d^{NC}}{\partial e} < 0。$$

$$\text{证明: 由表 2 可得, } n_c^{NN} = \frac{1 - p + (1 - \lambda)pa_c}{1 - a_c a_d}, n_c^{NC} = \frac{1 - p + (1 - \lambda)pa_c + \theta e - a_c m e}{1 - a_c a_d}, \frac{\partial n_c^{NC}}{\partial e} = \frac{\theta - a_c m}{1 - a_c a_d},$$

$$\frac{\partial n_c^{NC}}{\partial p} = \frac{-1 + (1 - \lambda)a_c}{1 - a_c a_d}, n_d^{NN} = \frac{(1 - \lambda - a_d)p + a_d}{1 - a_c a_d}, n_d^{NC} = \frac{(1 - \lambda)p + a_d(1 - p + \theta e) - m e}{1 - a_c a_d}, \frac{\partial n_d^{NC}}{\partial e} = \frac{a_d \theta - m}{1 - a_c a_d}。$$

易得, $n_c^{NC} > n_c^{NN}$, $\frac{\partial n_c^{NC}}{\partial p} < 0$, $n_d^{NC} < n_d^{NN}$ 。根据条件②, 可得 $\frac{\partial n_c^{NC}}{\partial e} > 0$ 。根据条件③, 可得

$$\frac{\partial n_d^{NC}}{\partial e} < 0。得证。$$

命题 5 表明数字医疗平台进行 CSR 投入能够吸引患者进入在线医疗市场, 同时减少在线医生的数量, 并且随着 CSR 投入水平的提高, 双边平台用户数量变化会更加明显。同时, 价格的上涨会抑制患者数量的增加。平台投入 CSR 要求平台建立更加严格的医生准入机制, 需要医生投入更多的成本去学习和遵守 CSR, 部分医生可能会因此退出平台。值得注意的是, 价格对于医生数量的影响与医生网络外部性和患者 CSR 敏感系数有关。当 $a_d + \lambda < 1$ 时, 价格上涨会促进医生数量的上升。

此外, 通过对比 Π^{MN} 和 Π^{NC} 可以发现, 虽然社会责任投资需要大量成本, 但数字医疗平台的收益不一定会下降, 特别地, 在其他参数满足特定要求的情况下, CSR 投资反而会提高平台收益。如好大夫在线秉承社会价值优先的发展原则, 投入大量成本构建线上医疗团队诊疗模式, 实现了接诊数与诊费的爆发式增长。

5.3. 政府补贴对数字医疗平台的影响

命题 6 对比 NV 模型和 SN 模型的均衡结果: $n_c^{SN} > n_c^{NN}$, $n_d^{SN} > n_d^{NN}$, $p^{SN} > p^{NN}$, $\Pi^{SN} > \Pi^{NN}$, 且 $\frac{\partial n_c^{SN}}{\partial \omega} > 0$, $\frac{\partial n_d^{SN}}{\partial \omega} > 0$ 。

证明: 由表 2 可得, $n_c^{SN} = \frac{1-p+\omega+(1-\lambda)pa_c}{1-a_c a_d}$, $\frac{\partial n_c^{SN}}{\partial \omega} = \frac{1}{1-a_c a_d}$, $n_d^{SN} = \frac{(1-\lambda-a_d)p+a_d(1+\omega)}{1-a_c a_d}$, $n_d^{SN} = \frac{a_d}{1-a_c a_d}$, $p^{SN} = \frac{1+\omega}{2-2(1-\lambda)a_c}$, $p^{NN} = \frac{1}{2-2(1-\lambda)a_c}$, $\Pi^{SN} = \frac{\lambda(1+\omega)^2}{4(1-a_c a_d)(1-(1-\lambda)a_c)} - \mu L$, $\Pi^{NN} = \frac{\lambda}{4(1-a_c a_d)(1-(1-\lambda)a_c)} - \mu L$ 。得证。

命题 6 表明政府补贴对数字医疗双边市场具有明显的激励作用, 吸引更多的双边用户使用在线医疗服务, 数字医疗平台也能够获得更高的收益, 实现价值共创。部分数字医疗平台唯利润导向, 拒绝投入 CSR 以节省成本, 但以社会责任缺失换来利润增加的做法并不利于平台的长期发展, 政府补贴虽然会吸引大量患者进行在线问诊, 但同时增加了在线医生的工作量以及压力, 导致医生无法保证在线医疗服务质量, 加之网络外部性的交互影响, 此类低质量服务将引起患者价值感知的降低而抵触甚至退出在线医疗服务, 不利于数字医疗平台的可持续发展。

5.4. 政府补贴对数字医疗平台 CSR 策略的影响

命题 7 对比 SC 模型和 NC 模型的均衡结果:

- (1) $p^{SC} > p^{NC}$, $e^{SC} > e^{NC}$, $k_0^{SC} > k_0^{NC}$, 且 $\frac{\partial p^{SC}}{\partial \omega} > 0$, $\frac{\partial e^{SC}}{\partial \omega} > 0$;
- (2) $n_c^{SC} > n_c^{NC}$, $n_d^{SC} > n_d^{NC}$, $U_c^{SC} > U_c^{NC}$, 且 $\frac{\partial n_c^{SC}}{\partial \omega} > 0$, $\frac{\partial n_d^{SC}}{\partial \omega} > 0$ 。

证明: 由表 2 可得(1)

$$p^{SC} = \frac{[k(1+\omega) - \mu L(\theta - a_c m)](1 - a_c a_d)}{k(1 - a_c a_d)[2 - 2a_c(1 - \lambda)] - \lambda(\theta - a_c m)^2}, \quad \frac{\partial p^{SC}}{\partial \omega} = \frac{k}{k(1 - a_c a_d)[2 - 2a_c(1 - \lambda)] - \lambda(\theta - a_c m)^2},$$

$$p^{NC} = \frac{[k - \mu L(\theta - a_c m)](1 - a_c a_d)}{k(1 - a_c a_d)[2 - 2a_c(1 - \lambda)] - \lambda(\theta - a_c m)^2}, \quad e^{SC} = \frac{\lambda(1+\omega)(\theta - a_c m) + \mu L(1 - a_c a_d)[2 - 2a_c(1 - \lambda)]}{k(1 - a_c a_d)[2 - 2a_c(1 - \lambda)] - \lambda(\theta - a_c m)^2},$$

$$\frac{\partial e^{SC}}{\partial \omega} = \frac{\lambda(\theta - a_c m)}{k(1 - a_c a_d)[2 - 2a_c(1 - \lambda)] - \lambda(\theta - a_c m)^2}, \quad e^{NC} = \frac{\lambda(\theta - a_c m) + \mu L(1 - a_c a_d)[2 - 2a_c(1 - \lambda)]}{k(1 - a_c a_d)[2 - 2a_c(1 - \lambda)] - \lambda(\theta - a_c m)^2}。$$

又根据引理 3 可得 $k_0^{SC} > k_0^{NC}$ 。

(2) 根据命题 1 和命题 2, 可得 $n_c^{SC} > n_c^{NC}$, $n_d^{SC} > n_d^{NC}$, $\frac{\partial n_c^{SC}}{\partial \omega} > 0$, $\frac{\partial n_d^{SC}}{\partial \omega} > 0$ 。将 n_c^{SC} 、 n_d^{SC} 、 p^{SC} 、 e^{SC} 代入式(16), n_c^{NC} 、 n_d^{NC} 、 p^{NC} 、 e^{NC} 代入式(6), 可得 $U_c^{SC} > U_c^{NC}$ 。得证。

命题 7 探究政府补贴对数字医疗平台 CSR 投资水平、均衡价格、平台收益以及用户数量的影响。

命题 7 (1)表明政府补贴对数字医疗平台 CSR 投资具有明显的激励作用, 且随着政府补贴额度的增加, 平台能够承受的 CSR 投入成本系数的临界值上升, 即激励效应强度也会随之增加。姚锋敏等[8][10]研究发现在闭环供应链的协调运作中, 政府补贴能够降低产品的批发和零售价格, 同时也能提高零售商的 CSR 投入水平。本研究出现与之相悖的情况, 政府补贴能够使得在线医疗价格和 CSR 投入水平的同步增加, 可见在线医疗服务市场有其特殊性, 传统 CSR 投资决策理论并不能完全适用该情境。患者对于数字医疗平台 CSR 更为敏感, 尽管平台会提高在线医疗价格以弥补其 CSR 投入损失, 患者依然倾向于选择高 CSR 投入的数字医疗平台。

此外, 政府补贴能够减轻数字医疗平台 CSR 投入负担, 提升平台收益。在满足参数条件的假设下, 随着政府补贴的增加, 数字医疗平台更有动机进行 CSR 投入, 营造更专业、更安全的在线医疗环境, 缓解线下就医压力。对于规模小、客户少的数字医疗平台来说, 服务价格和成本为影响其预期收益的主要因素, 较高的 CSR 投入成本系数会抑制其社会责任感, 政府应对该类数字医疗平台进行补贴, 鼓励患者进入该平台问诊, 提高其收益及 CSR 投资意愿, 更好地发挥其社会职责; 然而, 大型数字医疗平台的预期收益受补贴额度、网络外部性强度、患者 CSR 敏感系数等多重因素的影响, 政府应针对考虑大型数字医疗平台的发展现状及所面临的网络环境进行综合考虑, 制定相应的价格补贴政策, 才能真正促进在线医疗事业的发展。

命题 7 (2)表明政府补贴不仅能改善数字医疗平台的收益, 对其双边用户也存在显著影响。政府补贴能够正向促进患者和医生数量的增加, 推动优质医疗资源下沉, 发挥数字医疗平台作为改善医疗服务质量的重要载体作用, 进一步证明政府对在线医疗行业应当进行财政补贴, 积极鼓励在线医疗的发展。容易发现, 患者进行在线医疗能够享受一定的价格补贴, 收益会明显上升, 但医生的收益变化根据各参数大小的不同而改变, 因此医生需谨慎考虑其决策, 在适当的时机加入平台。

6. 参数仿真

通过数值计算仿真对上述结论进行检验。首先, 为验证命题 1~命题 4, 通过 Mathematica 软件对关键参数进行数值仿真绘图, 得到图 3~10。

如图 3 和图 4 所示, 医生网络外部性显著正向影响在线医疗平台的 CSR 投入策略和定价策略, 验证了命题 1。医生群体作为核心医疗资源, 其参与规模与质量直接决定平台服务能力上限, 医生网络外部性主要体现为医疗服务供给质量的正向溢出效应。

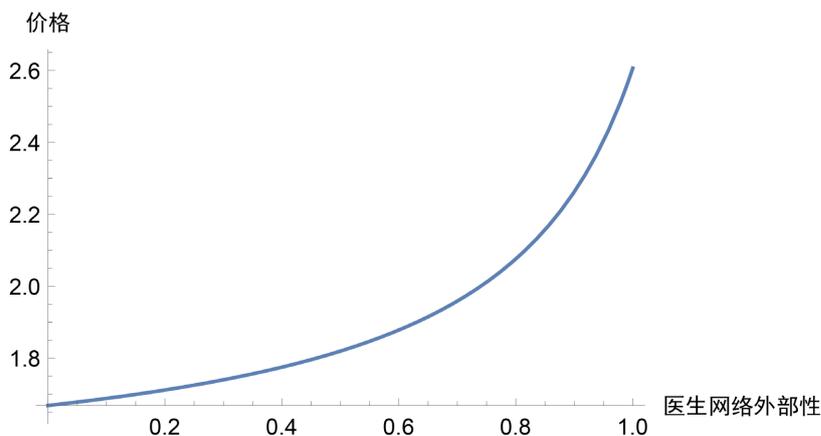


Figure 3. Sensitivity of p to a_d

图 3. p 对 a_d 敏感性

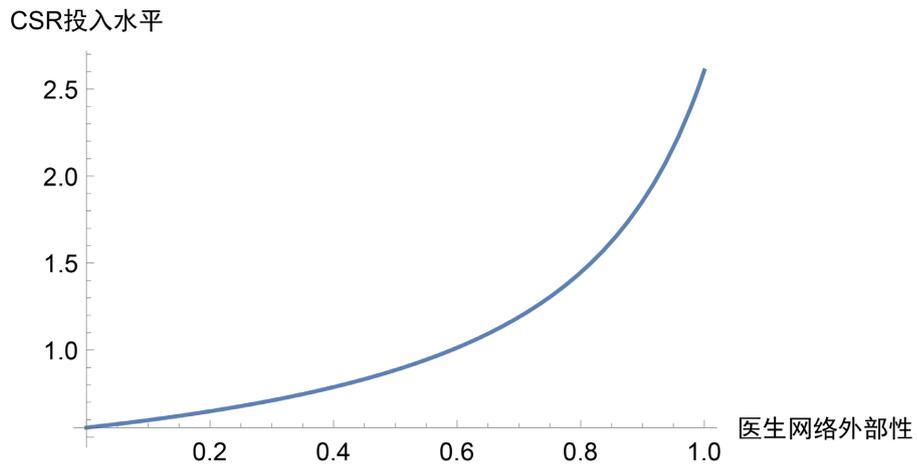


Figure 4. Sensitivity of e to a_d

图 4. e 对 a_d 敏感性

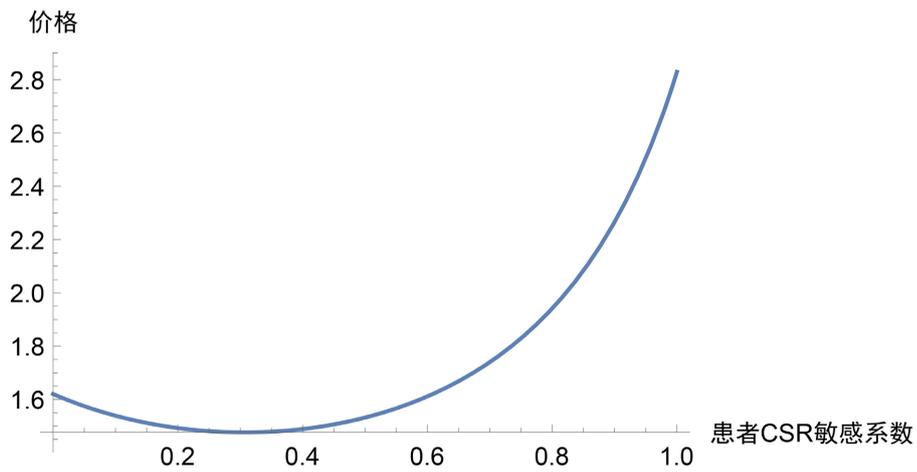


Figure 5. Sensitivity of p to a_c

图 5. p 对 a_c 敏感性

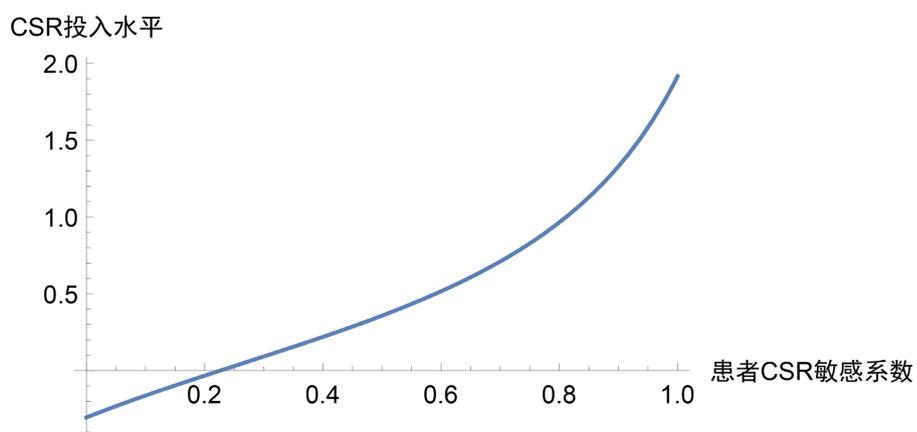


Figure 6. Sensitivity of e to a_c

图 6. e 对 a_c 敏感性

图 5 和图 6 验证了命题 2, 患者 CSR 敏感系数对数字医疗平台 CSR 投入水平和价格存在非线性调节作用。当超过一定阈值时, CSR 投入水平和定价呈现同步增长, 且边际收益递增。

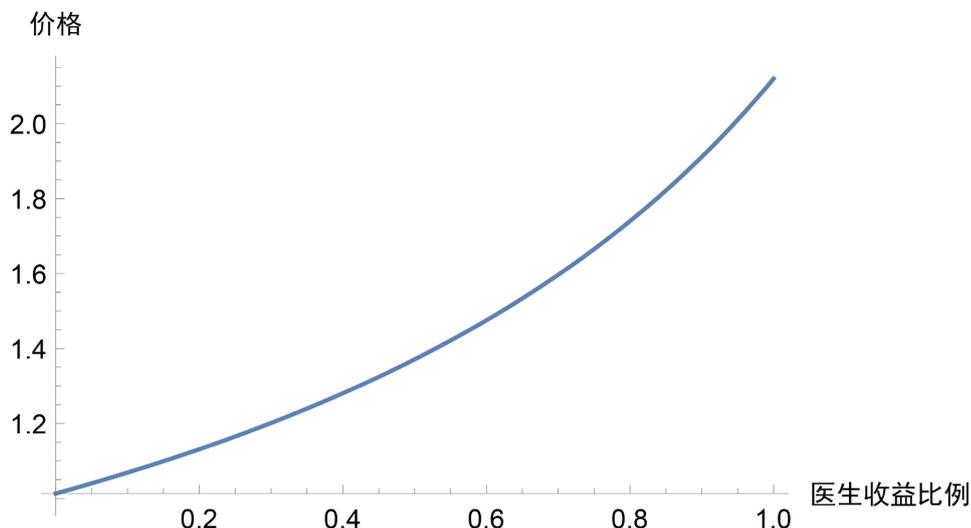


Figure 7. Sensitivity of p to $(1-\lambda)$

图 7. p 对 $(1-\lambda)$ 敏感性

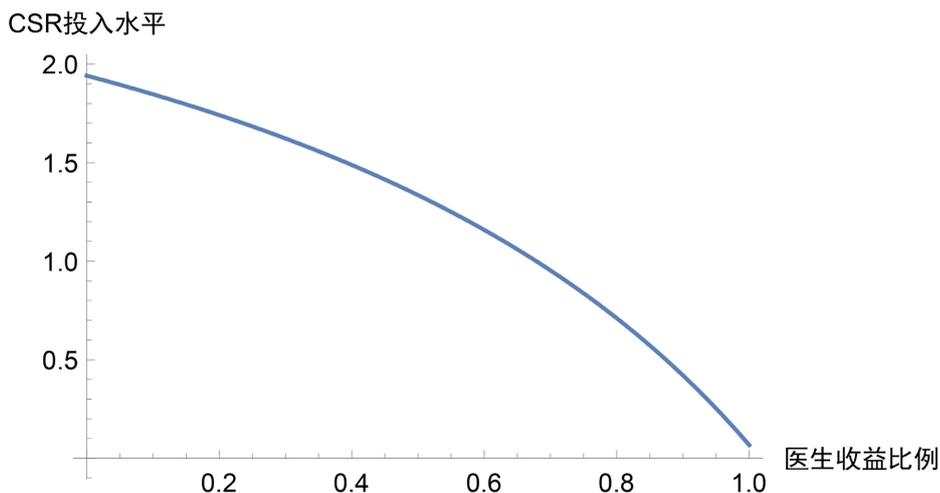


Figure 8. Sensitivity of e to $(1-\lambda)$

图 8. e 对 $(1-\lambda)$ 敏感性

图 7 和图 8 验证了命题 3。当医生收益比例上涨时, 医疗平台将选择提高定价以减少运营成本。平安健康中, 医生收益比例最高可达 82%, 相应问诊定价最高可达 3000 元/次。当数字医疗平台将运营资金转向 CSR 投入时, 医生收益比例会适当缩减。阿里健康在实施“乡村振兴医疗计划”期间, 将医生收益比例下调, 差额部分用于 CSR 专项基金, 导致医生流失严重。

图 9 和图 10 验证了命题 4, 政府补贴对数字医疗平台 CSR 投入策略和定价策略具有双重促进作用, 既降低平台的运营成本, 使其有更大的空间来调整价格策略, 以吸引更多用户, 又为平台提供了额外的资金支持, 增强了其 CSR 能力。

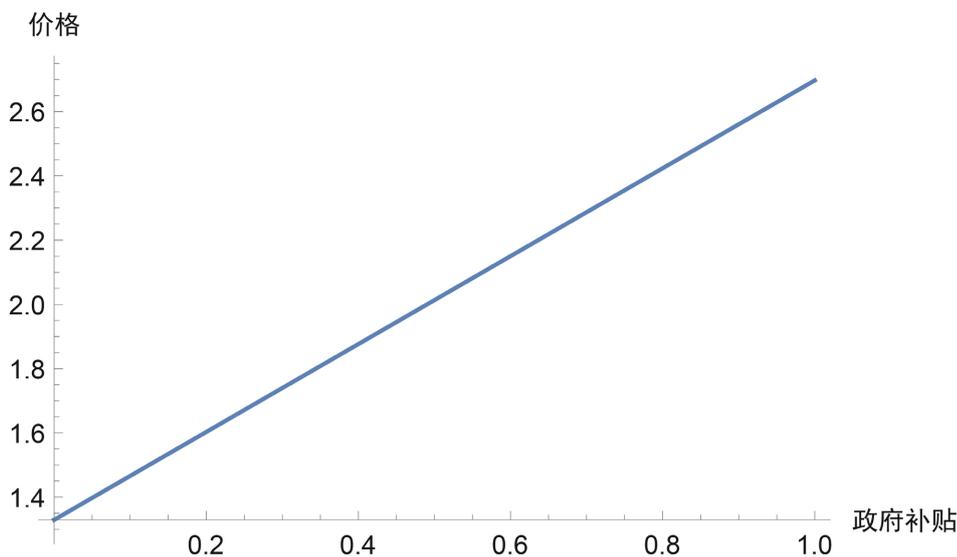


Figure 9. Sensitivity of p to ω

图 9. p 对 ω 敏感性

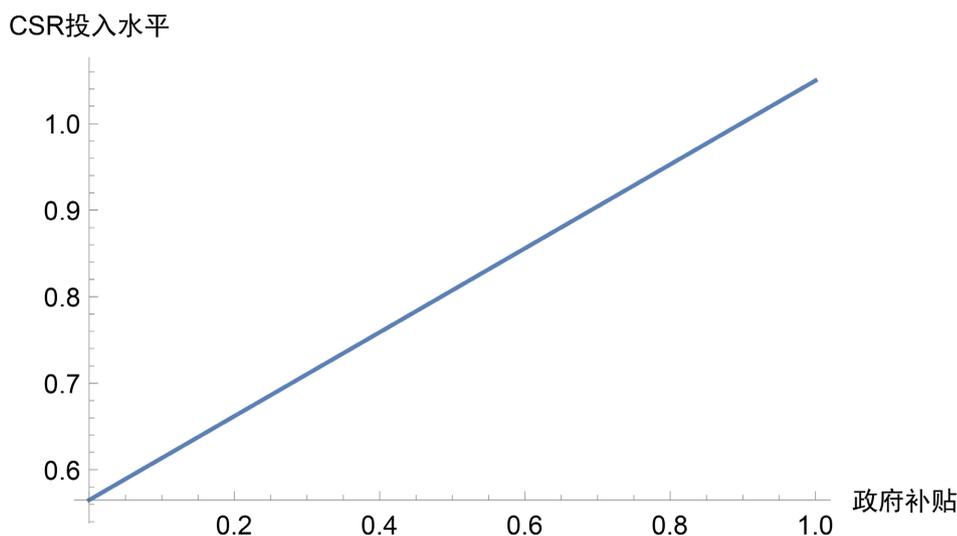


Figure 10. Sensitivity of e to ω

图 10. e 对 ω 敏感性

然后, 进一步验证命题 5~命题 7。结合实际情况, 大部分数字医疗平台会抽取 20%~30%的诊金作为服务费用, 剩余诊金为医生获得, 假设平台收益比例为 0.2。医疗服务关乎生命健康, 患者对于隐私保护、服务质量等更加敏感, 因此假设患者的 CSR 敏感系数较高, 为 0.7。数字医疗平台发展初期以医生资源为核心, 后期患者权重逐步提升。目前我国数字医疗市场规模持续扩张, 在线患者数量众多, 处于较为成熟发展阶段, 假设患者网络外部性强度较高, 为 0.7, 医生网络外部性强度为 0.3。医疗平台存在隐私数据泄露、服务质量缺陷等 CSR 缺失风险, 假设医疗平台 CSR 缺失的概率为 0.1, 造成的损失为 0.2。基于此, 提出数组 1: $\lambda = 0.2$, $\theta = 0.7$, $m = 0.4$, $\omega = 0.3$, $\mu = 0.1$, $L = 0.2$, $a_c = 0.7$, $a_d = 0.3$, $e_0 = 0.3$, 满足条件①、②和③。根据计算可得 $k_1 = 0.04$, $k_0^{NC} = 0.52$, $k_0^{SC} = 0.60$ 。得到图 11~21。

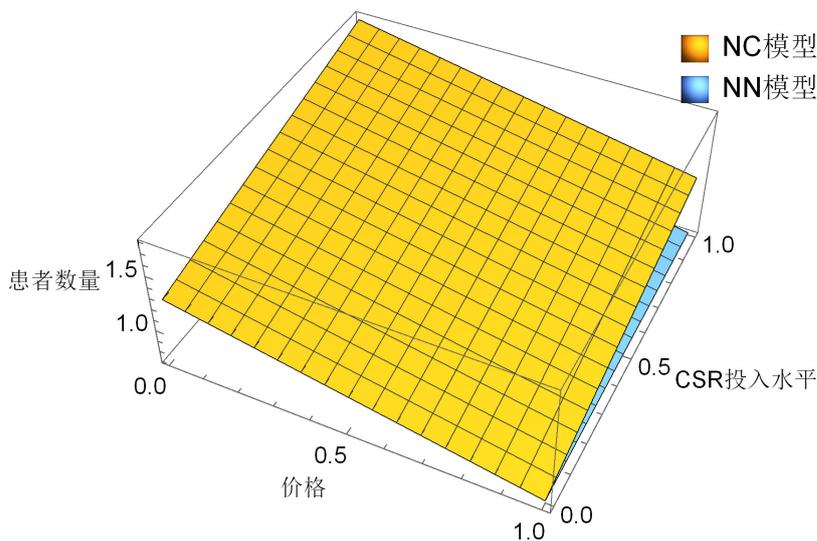


Figure 11. Sensitivity of n_c to p and e (Array 1)

图 11. n_c 对 p 和 e 敏感性(数组 1)

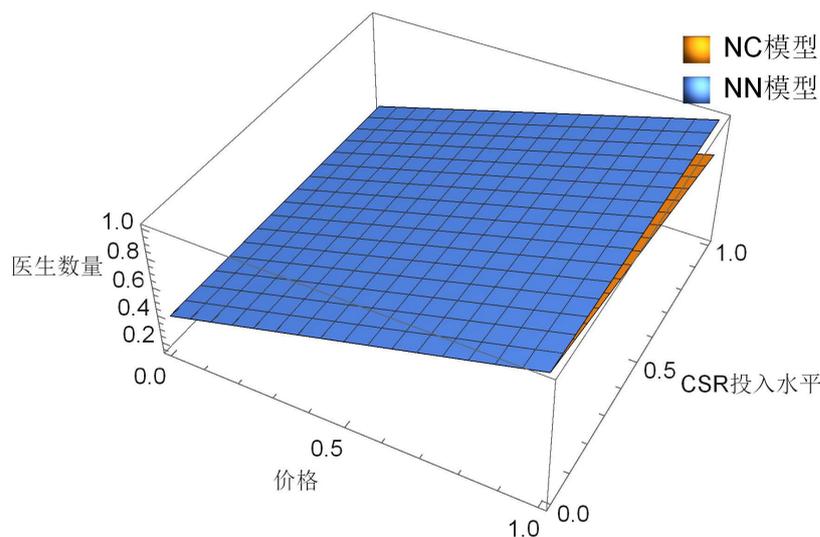


Figure 12. Sensitivity of n_d to p and e (Array 1)

图 12. n_d 对 p 和 e 敏感性(数组 1)

图 11 清晰地展示了患者数量受价格和 CSR 投入水平影响的变化趋势，验证了命题 5。具体而言，随着医疗服务价格的上涨，患者数量呈现出明显的下降趋势，这反映了价格敏感性对市场需求的影响。然而，当平台增加 CSR 投入时，患者数量则显著回升，这一现象突显了 CSR 投入对于增强患者信任、提升品牌形象及吸引更多患者的积极作用。相反，图 12 反映出平台 CSR 投入会导致医生资源的减少，故在推动数字医疗平台履行社会责任的同时，也要关注其对医生资源产生的消极影响。

为进一步比较 CSR 投入对平台效益的影响，提出数组 2： $\lambda=0.2$ ， $\theta=0.7$ ， $m=0.4$ ， $\omega=0.3$ ， $\mu=0.2$ ， $L=0.1$ ， $a_c=0.6$ ， $a_d=0.3$ ， $e_0=0.3$ 。图 13 和图 14 分别为数组 1 和数组 2 条件下数字医疗平台的效益对 CSR 投入成本系数的敏感性。可见在特定参数框架内，尽管增加 CSR 投入会直接导致成本上升，但数字医疗平台的整体效益却展现出逆势增长的趋势。平台不仅要考虑如何通过提供优质服务

来吸引用户并合理定价, 还要思考如何将 CSR 融入日常运营中, 比如通过提升医疗服务质量、加强患者教育、参与公益活动等方式, 来增强品牌形象, 进而促进用户忠诚度和市场认可度的提升。通过科学合理的策略规划, 数字医疗平台完全有可能实现经济效益与社会效益的双赢局面。

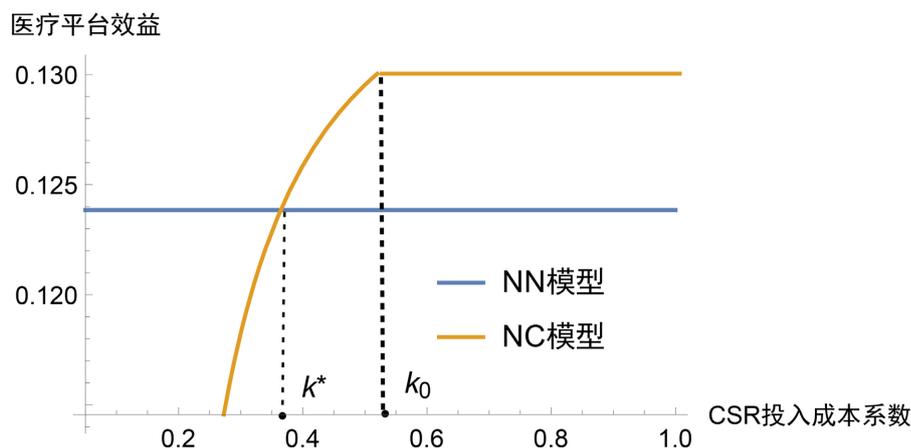


Figure 13. Sensitivity of Π to k (Array 1)

图 13. Π 对 k 敏感性(数组 1)

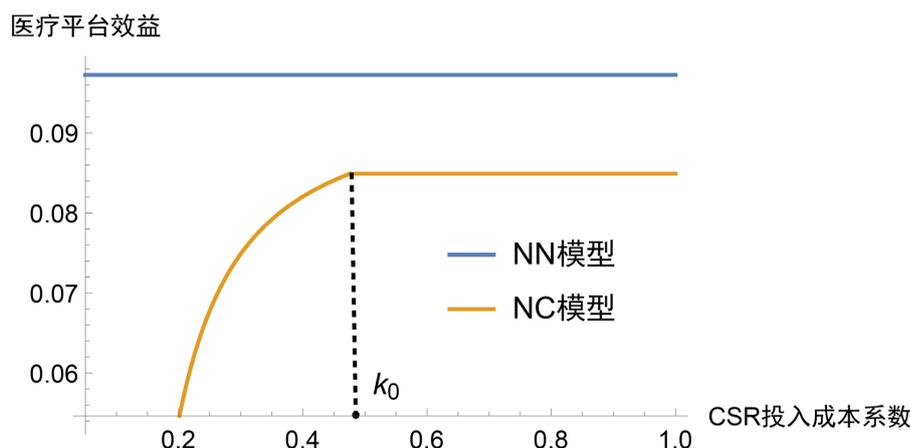


Figure 14. Sensitivity of Π to k (Array 2)

图 14. Π 对 k 敏感性(数组 2)

图 15 和图 16 直观反映出 NC 模型和 SC 模型中 $k_0^{SC} > k_0^{NC}$, $e^{SC} > e^{NC}$, 说明政府补贴不仅有效减轻了数字医疗平台的经济压力, 还显著增强了平台提升社会责任水平的能力。换句话说, 随着政府补贴力度的加大, 数字医疗平台在推动医疗公平、提升服务质量等社会责任方面的投入变得更加轻松自如。

图 17 表明政府补贴对于数字医疗平台来说, 其效果并非一成不变, 而是与平台在 CSR 上的投入成本密切相关。当数字医疗平台在履行社会责任上的投入成本系数相对较低时, 平台面临的社会责任压力不大, 此时政府提供的补贴反而可能成为“双刃剑”: 不仅没有如预期般激励平台更加努力, 反而可能让平台产生了依赖心理, 导致工作积极性下降, 最终影响了整体的收益水平。随着数字医疗平台在 CSR 上的投入成本逐渐增加, 情况就发生了转变。此时企业面临的经济负担加重, 而政府的补贴能够有效地激励平台更加积极地承担社会责任。因为补贴缓解了部分成本压力, 让平台有更多的资源和动力去履行对社会的承诺, 从而促进了整体效益的提升。

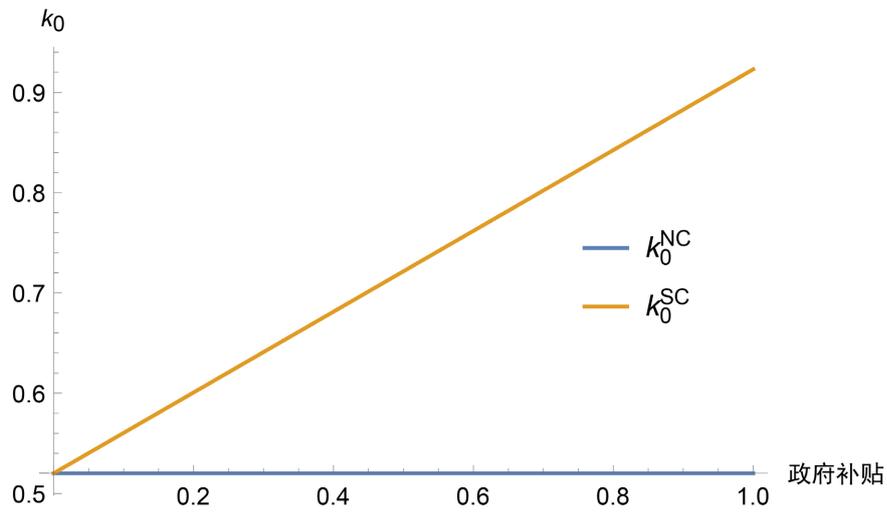


Figure 15. Sensitivity of k_0 to ω (Array 1)

图 15. k_0 对 ω 敏感性(数组 1)

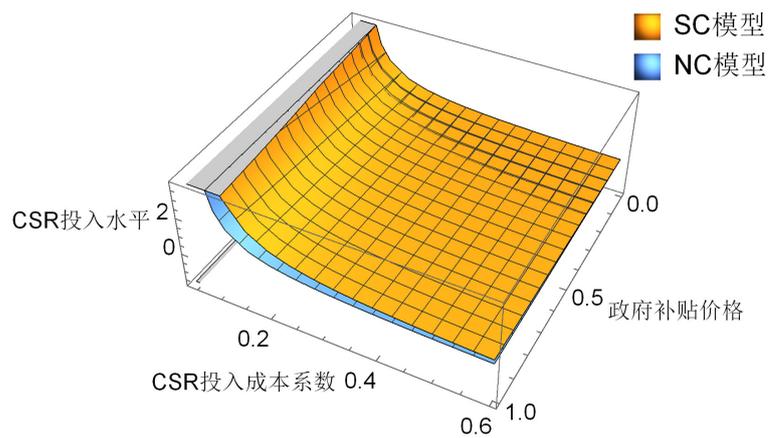


Figure 16. Sensitivity of e to ω and k (Array 1)

图 16. e 对 ω 和 k 敏感性(数组 1)

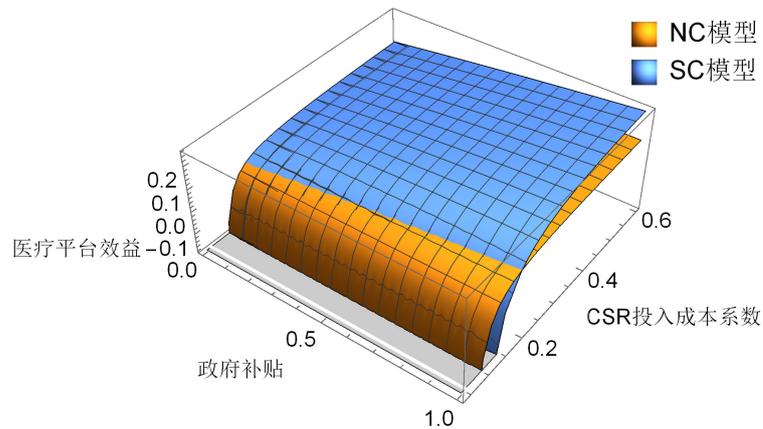


Figure 17. Sensitivity of Π to ω and k

图 17. Π 对 ω 和 k 敏感性

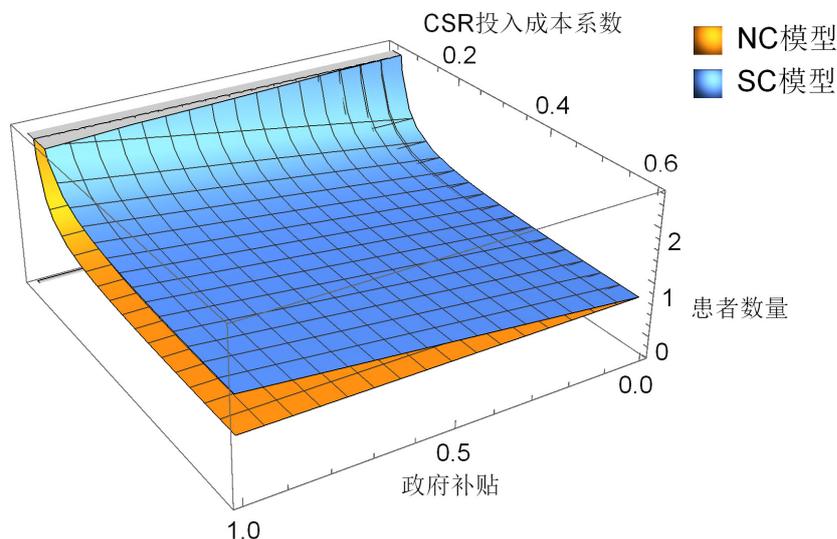


Figure 18. Sensitivity of n_c to ω and k

图 18. n_c 对 ω 和 k 敏感性

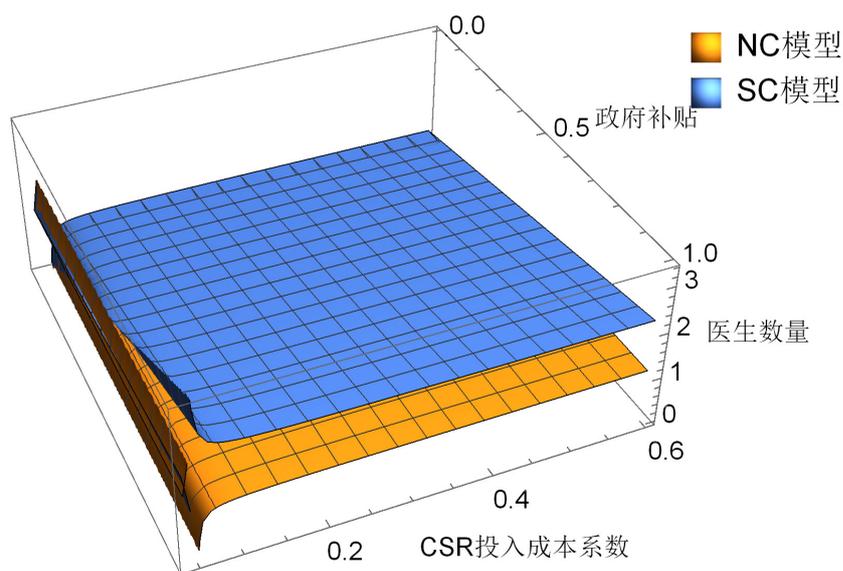


Figure 19. Sensitivity of n_d to ω and k

图 19. n_d 对 ω 和 k 敏感性

图 18 和图 19 说明政府补贴降低在线医疗服务的价格, 减轻民众就医负担, 越来越多的人通过线上方式进行健康咨询和问诊, 不仅方便了患者, 还有效缓解了传统医疗机构资源紧张、分配不均的难题。虽然 CSR 投入可能会在一定程度上增加医生提供在线服务时的运营成本, 但考虑到庞大患者群体, 医生们仍然积极投身于在线问诊的工作中。既让医生的专业知识得以更广泛地服务于社会, 也让更多患者能够享受到便捷、高效的医疗服务。总之, 政府补贴的推动作用下, 在线医疗不仅变得更加亲民, 还促进了医疗资源的有效整合与利用。

图 20 和图 21 说明在数组 1 条件下, 政府补贴显著增强了患者的整体福利效益。这些补贴不仅让患者受益匪浅, 还能有效缓解数字医疗平台 CSR 投入给医生可能带来的不利压力, 进而提升了医生的综

合效益。然而, 虽然政府补贴对医生的积极影响不容忽视, 但每位医生在面对该情况时, 仍需根据具体条件进行分析与考量。因为最终效益受医生个人的工作负荷、数字医疗平台的具体运营策略、以及患者需求的多样性等多种复杂因素的共同影响。因此, 医生应当采取理性、科学的态度, 以确保自己的决策既符合长远利益, 又能切实提升患者的治疗效果和满意度。

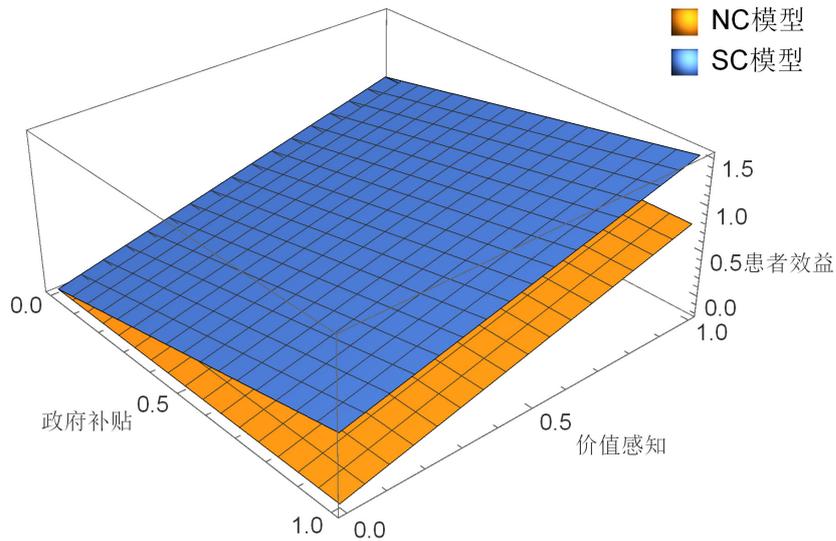


Figure 20. Sensitivity of n_c to ω and v (Array 1)

图 20. U_c 对 ω 和 v 的敏感性图(数组 1)

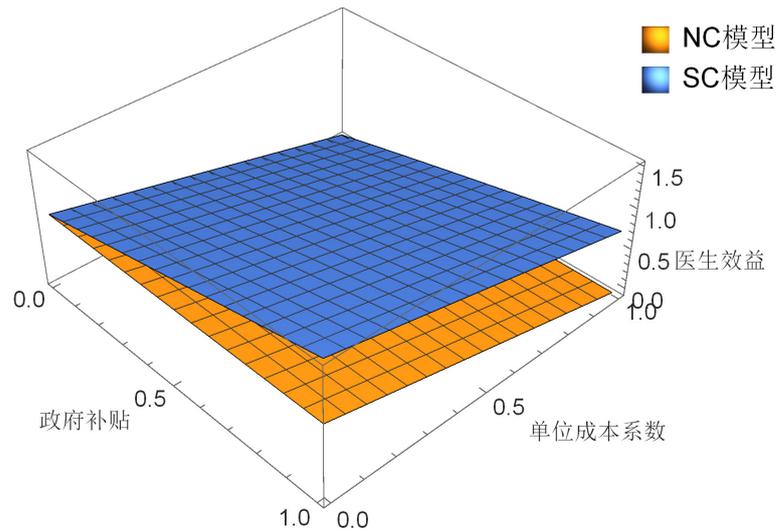


Figure 21. Sensitivity of U_d to ω and m (Array 1)

图 21. U_d 对 ω 和 m 的敏感性(数组 1)

7. 结论

在深化医疗卫生体制改革的背景下, 发展数字医疗平台是推进全民健康的重要举措、解决“看病难”、“看病贵”社会热点问题的重要途径、建设健康中国的必然选择。本研究根据平台在决策时实际

面临的 market 格局进行分析, 构建 NV 模型、 NC 模型、 SN 模型以及 SC 模型, 探讨数字医疗平台在考虑政府补贴的情况下如何进行 CSR 投入和定价决策以提高平台的经济效益和社会效益, 促进医疗市场的健康发展, 保障消费者的权益和利益, 得出以下结论: (1) 数字医疗平台通过 CSR 活动的实施, 能够优化定价策略, 有效促进患者基数的扩大, 同时伴随医生数量的一定程度减少, 而政府补贴的有效介入能够显著遏制不利趋势, 促进医疗资源配置更为均衡。(2) CSR 投入虽然增加了数字医疗平台的运营成本, 但其长远效益不容忽视。(3) 政府补贴能够促进数字医疗平台的 CSR 投入和定价的同步增加。当 CSR 投入的成本系数处于较低水平时, 政府应审慎调整补贴政策, 适度减少对数字医疗平台的直接补贴, 以激励平台更高效地利用自有资金进行社会责任实践, 避免补贴依赖, 促进市场机制的良性运作。(4) 政府补贴在提升不同利益相关者效益方面存在差异化影响。

针对上述结论, 提出管理学建议: (1) 数字医疗平台 CSR 策略应以患者可及性与服务透明度为核心, 通过健康管理平台提供疾病预警、健康教育和数据追踪服务, 并借助 AI 辅助诊断和区块链技术优化数据安全与成本效率, 同时公开诊疗信息以提升患者信任与粘性; 医生群体需要同步平衡医生激励与风险控制, 通过公开服务评价、公益诊疗等提升医生声誉及网络外部性, 设定响应时间、问诊质量等服务标准, 并与药企、保险公司等第三方合作分摊健康教育及培训成本, 实现社会效益与运营可持续性的双赢。(2) 数字医疗平台定价策略的制定需要以政府指导价为基准, 通过平台 CSR 策略及双边用户行为数据动态优化定价模型, 通过社会效益溢价形成价格优势。(3) 政府应建立分阶段补贴与防依赖协同机制。初期重点投入技术基础设施及医生培训以缓解平台运营压力, 成熟期转为绩效补贴, 激励服务优化而非形成补贴依赖; 此外, 政府可设置补贴递减周期倒逼平台盈利转型, 兼顾短期扶持与长期可持续性。

本文存在一定的局限性: 首先, 本文构建了理想状态下的静态模型, 忽视了数字医疗平台间动态竞争等现实因素的影响。其次, 本研究并未明确区分 CSR 的类型及其对不同利益相关者的影响, 不同类型的 CSR 活动对医疗平台和用户的影响可能存在差异。以上两点都是未来值得深入研究的方向。

基金项目

国家自然科学基金项目“全科医生胜任力与居民签约服务利用意愿的耦合机制及提升策略研究”(71974082)。

参考文献

- [1] Liu, S., Zhang, M., Gao, B. and Jiang, G. (2020) Physician Voice Characteristics and Patient Satisfaction in Online Health Consultation. *Information & Management*, **57**, Article 103233. <https://doi.org/10.1016/j.im.2019.103233>
- [2] 刘昊鹏, 马骋宇. 双边市场视角下实体医院型互联网诊疗平台服务定价策略研究[J]. 中国卫生政策研究, 2024, 17(3): 40-47.
- [3] Aguinis, H. and Glavas, A. (2017) On Corporate Social Responsibility, Sensemaking, and the Search for Meaningfulness through Work. *Journal of Management*, **45**, 1057-1086. <https://doi.org/10.1177/0149206317691575>
- [4] 聂丽, 王号杰, 任文杰. 声誉对互联网医院使用意愿影响的多元路径分析——基于 SEM 和 fsQCA 的实证分析[J]. 中国卫生事业管理, 2024, 41(6): 622-625.
- [5] 杨化龙, 杜松华, 詹宝强, 等. 组合保护政策对双渠道医疗服务供给的影响研究[J]. 管理评论, 2021, 33(7): 154-169.
- [6] 刘刊, 周宏瑞, 侯月婷. 共享医疗平台如何实现价值共创?——一个探索性单案例研究[J]. 管理评论, 2022, 34(11): 337-352.
- [7] 林志炳, 鲍蕾. 企业社会责任对供应链减排决策及政府补贴效率的影响研究[J]. 中国管理科学, 2021, 29(11): 111-121.
- [8] 姚锋敏, 闫颖洛, 刘珊, 等. 政府补贴下考虑 CSR 投入的闭环供应链回收及定价决策[J]. 运筹与管理, 2021, 30(6): 69-76.

- [9] 曹裕, 周默亭, 胡韩莉. 考虑政府补贴与企业社会责任的两级供应链优化[J]. 中国管理科学, 2020, 28(5): 101-111.
- [10] 姚锋敏, 闫颖洛, 滕春贤. 考虑政府补贴及 CSR 投入的闭环供应链运作协调[J]. 系统工程学报, 2021, 36(6): 817-832.
- [11] Armstrong, M. and Wright, J. (2007) Two-Sided Markets, Competitive Bottlenecks and Exclusive Contracts. *Economic Theory*, **32**, 353-380. <https://doi.org/10.1007/s00199-006-0114-6>
- [12] 胥莉, 陈宏民, 潘小军. 具有双边市场特征的产业中厂商定价策略研究[J]. 管理科学学报, 2009, 12(5): 10-17.
- [13] 刘群, 梁福铨. 平台经济反垄断研究的热点演进与理论框架——基于文献计量方法的分析[J]. 技术经济, 2022, 41(9): 83-94.
- [14] Miao, Q., Xie, D. and Zhong, W. (2018) Platform Externality, Asymmetric Information, and Counterfeit Deterrence in E-Commerce. *Emerging Markets Finance and Trade*, **54**, 3209-3234. <https://doi.org/10.1080/1540496x.2017.1378639>
- [15] 李建红, 罗晓萌, 史伟扬. 信息不对称下第三方电商平台质量监管机制——基于双边市场理论[J]. 系统管理学报, 2023, 32(4): 853-864.
- [16] 杨东, 高清纯. 加快建设全国统一大市场背景下数据交易平台规制研究[J/OL]. 法治研究, 1-14[2025-02-01]. <https://doi.org/10.16224/j.cnki.cn33-1343/d.20230224.002>
- [17] 曹裕, 李想, 李青松. 双边市场网约车平台聚合策略选择研究[J]. 中国管理科学, 2025, 33(4): 142-153.
- [18] Hagiu, A. and Halaburda, H. (2014) Information and Two-Sided Platform Profits. *International Journal of Industrial Organization*, **34**, 25-35. <https://doi.org/10.1016/j.ijindorg.2014.04.001>
- [19] Wang, L., Yan, L., Zhou, T., Guo, X. and Heim, G.R. (2020) Understanding Physicians' Online-Offline Behavior Dynamics: An Empirical Study. *Information Systems Research*, **31**, 537-555. <https://doi.org/10.1287/isre.2019.0901>
- [20] 郭雨舟, 杜黎. “互联网 + 医疗”背景下考虑平台利用和患者反馈的三方演化博弈分析[J]. 工业工程与管理, 2024, 29(6): 24-36.
- [21] 袁江帆, 刘诗卉, 吴国安. 医务人员在第三方机构从事“互联网 + 医疗”行为法律风险研究[J]. 中国医院, 2024, 28(7): 76-80.
- [22] Stokes, J., Struckmann, V., Kristensen, S.R., et al. (2018) Towards Incentivising Integration: A Typology of Payments for Integrated Care. *Health Policy*, **122**, 1-7.
- [23] 唐魁玉, 梁宏姣. 基于 5G 网络的黑龙江省智慧医疗平台建设案例分析[J]. 中国医院管理, 2021, 41(6): 79-82.
- [24] 李治文, 王保骄, 卢艺, 等. 相互阻击还是相互克制? 平台多点竞争策略研究[J]. 中国管理科学, 2023, 31(12): 261-271.
- [25] 耿爽, 王婕, 罗宁政, 等. 面向在线医疗平台的医生能力综合评价体系构建[J]. 中国卫生资源, 2023, 26(2): 219-227.
- [26] 李君昌, 张建同. 动态竞争下考虑混合医生类型的互联网医疗平台医疗服务定价[J]. 工业工程与管理, 2024, 29(2): 181-192.
- [27] 徐高彦, 张婷婷. 逆境中的创新: 平台企业社会责任治理的互动机制[J]. 江苏社会科学, 2024(3): 131-140.
- [28] Gawer, A. and Cusumano, M.A. (2013) Industry Platforms and Ecosystem Innovation. *Journal of Product Innovation Management*, **31**, 417-433. <https://doi.org/10.1111/jpim.12105>
- [29] 黄鹤, 丁静, 池毅. O2O 模式中线上零售商定价与 CSR 投入策略[J]. 中国管理科学, 2023, 31(7): 162-172.
- [30] 梁昌勇, 赵君赫, 朱克毓. 企业社会责任与政府补助对养老企业财务绩效的影响[J]. 华东经济管理, 2024, 38(10): 107-116.
- [31] 肖红军. 平台化履责: 企业社会责任实践新范式[J]. 经济管理, 2017, 39(3): 193-208.
- [32] Heinrichs, H. (2013) Sharing Economy: A Potential New Pathway to Sustainability. *GAIA-Ecological Perspectives for Science and Society*, **22**, 228-231. <https://doi.org/10.14512/gaia.22.4.5>
- [33] Wei, W., Liu, W., Tang, O., Dong, C. and Liang, Y. (2023) CSR Investment for a Two-Sided Platform: Network Externality and Risk Aversion. *European Journal of Operational Research*, **307**, 694-712. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2022.08.048>
- [34] 尹相森, 李俊儒, 张云秋, 等. “互联网 + 医疗”环境下用户行为影响机制研究——基于在线医疗平台患方用户初次使用行为的分析[J]. 价格理论与实践, 2022(6): 109-112+194.
- [35] Wang, H., Tong, L., Takeuchi, R. and George, G. (2016) Corporate Social Responsibility: An Overview and New Research Directions. *Academy of Management Journal*, **59**, 534-544. <https://doi.org/10.5465/amj.2016.5001>

-
- [36] 朱丹阳, 李绪红. 企业社会责任投入对制造企业组织韧性的影响研究[J]. 管理学报, 2023, 20(7): 1023-1033.
- [37] Modak, N.M., Kazemi, N. and Cárdenas-Barrón, L.E. (2019) Investigating Structure of a Two-Echelon Closed-Loop Supply Chain Using Social Work Donation as a Corporate Social Responsibility Practice. *International Journal of Production Economics*, **207**, 19-33. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.10.009>
- [38] 袁祎开, 冯佳林, 谷卓越. 环保补助能否激励企业进行绿色创新?——基于企业社会责任门槛效应的检验[J]. 科学学研究, 2024, 42(2): 437-448.