

政府补贴与光伏企业产能过剩问题研究

——基于 Stackelberg 博弈模型

龚汐承

成都市树德中学国际部

DOI:10.12238/ej.v7i12.2176

[摘要] 作为战略性新兴产业的典型代表,光伏产业的产能过剩问题一直是社会各界关注的热点话题。本文创新性地运用Stackelberg博弈模型,模拟并解析了现实场景中地方政府间及其与光伏企业间复杂的交互动态,通过对比分析现实场景与理想化设定下光伏企业的均衡产量,我们初步发现了政府补贴在促进光伏产业发展的同时,也可能间接引发产能过剩的潜在风险。为进一步验证理论分析的可靠性,本文转向实证研究,依托我国沪深两市精心筛选的9家光伏概念上市公司的2015至2022年面板数据,构建了严谨的线性回归模型。实证结果有力支撑了理论推断,明确指出政府补贴是促成光伏产业产能过剩现象不可忽视的关键因素之一。这一发现不仅深化了对光伏产业政策效应的理解,也为后续政策优化与产业调控提供了坚实的数据支撑与理论指引。

[关键词] 光伏产业; 产能过剩; 政府补贴; Stackelberg博弈

中图分类号: F27 文献标识码: A

Research on Government Subsidies and Overcapacity of Photovoltaic Enterprises: Based on Stackelberg Game Model

Xicheng Gong

International Department of Chengdu Shude Middle School

[Abstract] As a typical representative of strategic emerging industries, the overcapacity of the photovoltaic industry has always been a hot topic of concern from all walks of life. This paper innovatively uses the Stackelberg game model to simulate and analyze the complex interaction dynamics between local governments and between them and PV enterprises in real scenarios, and by comparing and analyzing the equilibrium output of PV enterprises under the realistic scenario and the ideal setting, we preliminarily find that government subsidies may indirectly cause the potential risk of overcapacity while promoting the development of the PV industry. In order to further verify the reliability of the theoretical analysis, this paper turns to empirical research and constructs a rigorous linear regression model based on the panel data from 2015 to 2022 of 9 carefully selected photovoltaic concept listed companies in Shanghai and Shenzhen in China. The empirical results strongly support the theoretical inference, and clearly point out that government subsidies are one of the key factors that cannot be ignored to promote the overcapacity phenomenon in the photovoltaic industry. This finding not only deepens the understanding of the policy effect of the photovoltaic industry, but also provides solid data support and theoretical guidance for subsequent policy optimization and industrial regulation.

[Key words] photovoltaic industry; overcapacity; government subsidies; Stackelberg Game

引言

随着传统能源的日渐枯竭及其对环境的破坏日益显现,清洁能源的发展受到了全球越来越多的关注和青睐。在我国,光伏

产业作为清洁能源领域的重要一环,已成为国家战略性新兴产业中的标杆。自2020年迄今,我国光伏装机容量持续稳步增长,截止2024年上半年,我国太阳能发电装机已达7.14亿千瓦¹。国

家领导人在气候雄心峰会上更是郑重宣布,我国计划在2030年将风电和太阳能发电总装机容量提升至12亿千瓦以上。然而,在光伏产业迅猛发展的背后,近年来却浮现出产能过剩的隐忧,这无疑是该产业当前面临的一大挑战。

作为推动产业迅速崛起的强大推手,政府补贴同样促进了以光伏产业为代表的战略性新兴产业快速发展,其影响深远且复杂,而这一政策举措的成效性无疑成为了学术界广泛争议的焦点。国内学术界对此议题的见解可大致归结为两大阵营:一派持积极肯定态度,另一派则强调其潜在的负面影响。一方面,诸多学者如余典范和王佳希(2022)及余明桂等(2016),均对政府补贴持正面评价,他们认为这些政策如同催化剂,有效激发了企业的创新活力,提升了产业的整体竞争力。毛其淋和许家云(2015)进一步指出,政府补贴仅当适度时能够显著提升企业创新,高额补贴反而会抑制企业创新。然而,另一派学者则对政府补贴的负面影响表示担忧,尤其是其可能引发的产能过剩问题。张倩肖和董瀛飞(2014)及王文甫等(2014)指出,政府的过度补贴加剧了产能过剩问题。江飞涛等(2012)及徐业坤和马光源(2019)分析了政府进行过度补贴的原因,其本质在于地方官员迫于政绩压力对产业进行干预的结果。在该背景下,朱希伟等(2017)以煤炭行业为例,更是指出了由政府补贴导致的产能过剩问题的严重后果,其会带来约9%的社会消费者福利损失。对于光伏产业来说,国内学术界同样存在着政府补贴对光伏产业的有效性的激烈探讨。部分学者如王宏伟等(2022)及李凤梅等(2017)指出了政府补贴对光伏企业创新绩效的正面影响。师奕等(2023)进一步指出,补贴政策与光伏产业的阶段性需求高度契合,为产业的可持续发展奠定了坚实基础。但绝大部分学者都着眼于由政府补贴导致的光伏产业的产能过剩问题。徐齐利等(2019)深入分析了这一现象,指出在高额补贴的诱惑下,大量新企业涌入光伏市场,导致产能迅速扩张,最终形成了严重的产能过剩。余东华和吕逸楠(2015)更是批判性地指出,政府的不当干预可能替代了市场机制的作用,进一步加剧了光伏产业的产能过剩问题。在此背景下,付云(2022)提出了独到的见解,认为从长远来看,政府补贴的逐步减少或许更有利于光伏产业的健康发展。通过市场的自我调节机制,可以更有效地优化资源配置,减少无效产能,推动产业向更高质量、更可持续的方向发展。王宇和罗悦(2018)的研究更是直接揭示了政府补贴与产能过剩之间的紧密联系,强调了过度补贴对于光伏产业健康发展的潜在威胁。

在深入梳理现有文献的基础上,我们不难发现,关于光伏产业中政府补贴对产能过剩影响的研究多聚焦于宏观层面的分析,而鲜有从微观视角深入探究。为弥补这一研究空白,本文创新性地构建了一个双层Stackelberg博弈模型,该模型独特地引入了地方政府间的博弈以及地方政府与地方光伏企业之间的交互作

用,从而提供了一个更为细致、多维的分析框架。

通过这一模型,我们不仅能够捕捉到政府补贴政策在宏观层面对光伏产业整体格局的塑造作用,更能够深入到微观层面,揭示其如何具体影响地方光伏企业的生产决策和产量安排。在这一博弈过程中,地方政府作为策略性参与者,其补贴政策的制定与实施不仅受到自身经济、政治目标的驱动,还需考量其他地方政府的行为反应,以及这些反应如何通过市场传导机制影响本地光伏企业的生产行为。进一步地,本文对比了政府补贴影响下地方光伏企业的实际产量与理想状态下的产量水平,旨在揭示补贴政策在促进产业发展的同时,是否以及在何种程度上可能导致产能过剩的隐忧。这种对比分析不仅有助于我们更全面地评估政府补贴政策的实际效果,也为政策制定者提供了宝贵的参考依据,指导其如何在促进产业创新与防止产能过剩之间找到最佳的平衡点。

相较于已有文献,本文的创新点主要有以下三点:

(1) 微观量化分析的新视角。当前研究主要聚焦于光伏产业宏观层面,而本文选择从微观企业层面出发,深入探讨政府补贴对具体光伏企业产量的直接影响。这一转变不仅丰富了研究层次,还通过定量方法填补了光伏企业产量与政府补贴之间关系的微观实证空白,为政策效果评估提供了更为细致的数据支撑。

(2) 过程导向的博弈模型构建。当前研究的主要路径为以过往结果为导向、逆向推导产能过剩机理,而本文创新性地采用Stackelberg博弈模型,直接模拟现实市场中的策略互动过程。这一模型以过程为导向,正向推导出在复杂博弈环境下光伏企业的最优产量决策,从而直接揭示了政府补贴如何通过影响企业行为,进而作用于产量的内在机制。此研究方法不仅增强了分析的动态性和前瞻性,也为政策制定提供了更加科学合理的理论依据。

(3) 多维度博弈分析的引入。在拓展光伏产业与地方政府博弈分析框架方面,本文进一步突破了传统的研究边界,创新性地将地方政府间的博弈纳入模型之中。这一设定不仅增加了博弈场景的复杂性和真实性,还充分考虑了不同地方政府在政策执行中的策略互动与竞争,使得研究结论更加贴近现实。通过这一多维度的博弈分析,本文为理解光伏产业发展中的政策效应与区域间竞争提供了新的视角和工具。

1 理论分析与研究假设

1.1 模型设定

为确保分析既具有可操作性又不失一般性,本文设定了一个简化的研究环境,其中全国仅包含两个地方政府,分别标记为地方政府1和地方政府2。在此框架下,我们进一步假设每个地方政府所管辖的区域内各自仅存在一个代表性的光伏企业,即地方政府1下设有光伏企业1,而地方政府2下则设有光伏企业2。此

外,假设光伏市场的总需求曲线为:

$$P = a - bq \quad (1-1)$$

其中, P 为光伏产品的零售价格; q 为光伏产品的总生产量,且 $q = q_1 + q_2$, 其中, q_1 代表光伏企业1的生产量, q_2 代表光伏企业2的生产量。

1.2 地方政府

为了突破国际市场对我国光伏产业的制约,中央政府精心策划并实施了一系列旨在促进光伏产业蓬勃发展的综合性政策措施。这些政策的核心目的在于激发社会资本对光伏领域的投资热情,强化科技创新驱动力,进而显著提升我国光伏产业在全球舞台上的竞争力。同时,通过前瞻性的布局,中央政府致力于推动光伏产业走向更加绿色、可持续的发展道路,为国家的能源转型与环境保护贡献力量。

在深刻领会中央政府战略意图的基础上,地方政府也积极响应,视光伏产业的发展为提升地方经济活力与政绩表现的重要契机。随着财政分权制度的不断深化,地方政府拥有了更为灵活的经济调控权(陈硕, 2010; 吕程, 2022), 这为它们直接参与并推动光伏产业的快速发展提供了坚实的支撑。在此背景下,地方政府往往倾向于把握机遇,通过加大对光伏产业的扶持力度,力求在短期内实现产业规模的迅速扩张与经济效益的显著提升,从而最大化地方利益与政绩表现。

该模型假设每个地方政府所管辖的区域内各自仅存在一个代表性的光伏企业,因此两个地方政府的利益函数可以表示为发展本地光伏企业带来的税收收益,即:

$$\Pi_{Gov.1} = T_1 \times q_1 \times P(q_1 + q_2) \quad (1-2)$$

$$\Pi_{Gov.2} = T_2 \times q_2 \times P(q_1 + q_2) \quad (1-3)$$

其中, $\Pi_{Gov.1}$ 及 $\Pi_{Gov.2}$ 分别代表地方政府1和地方政府2的税收收益; T_1 代表地方政府1对光伏企业1征税的税率, T_2 代表地方政府2对光伏企业2征税的税率。其中, T_1 及 T_2 皆为固定值。

1.3 光伏企业

光伏企业1的利润函数可以表示为其光伏产品的销售总收入,加上来自地方政府1的总补贴收入,再减去光伏产品的总生产成本。

$$\Pi_{F_1} = q_1[P(q_1 + q_2) - C_1 + \alpha] \quad (1-4)$$

其中, Π_{F_1} 代表光伏企业1的总利润, C_1 为光伏企业1生产单位光伏产品的生产成本, α 为地方政府1为鼓励和支持光伏企业1的生产活动,而向其提供的每单位产出所给予的补贴金额。

相似地,光伏企业2的利润函数可以表示为:

$$\Pi_{F_2} = q_2[P(q_1 + q_2) - C_2 + \beta] \quad (1-5)$$

其中, Π_{F_2} 代表光伏企业2的总利润, C_2 为光伏企业2生产单位光伏产品的生产成本, β 为地方政府2为鼓励和支持光伏企业2的生产活动,而向其提供的每单位产出所给予的补贴金额。

2 双层Stackelberg模型构建

2.1 地方政府仅考虑光伏税收收益

基于上述构建的利益函数框架,我们进而设立了光伏企业与地方政府之间的双层Stackelberg博弈模型。这一模型的关键决策顺序如下: 地方政府作为博弈的领导者,率先行动,制定并向光伏企业公布每单位生产的补贴金额。随后,光伏企业作为追随者,在掌握补贴政策、市场价格以及生产成本信息的基础上,以最大化自身利润为目标,规划并确定其最优生产量。

值得注意的是,地方政府在制定补贴政策时,并非盲目行事,而是深谋远虑地考虑到补贴金额将如何影响其税收收益。由此,借鉴Chen & Su (2017) 及Chen etc. (2021) 的模型,光伏企业与地方政府的双竞争Stackelberg博弈模型可表述为:

$$\left\{ \begin{array}{l} \alpha(T_1) \text{ 和 } \beta(T_2) \text{ 可以通过求解以下公式得出} \\ \text{s.t.} \left\{ \begin{array}{l} \max \Pi_{Gov.1}(T_1, q_1(\alpha, \beta), q_2(\alpha, \beta)) \\ \max \Pi_{Gov.2}(T_2, q_1(\alpha, \beta), q_2(\alpha, \beta)) \end{array} \right. \\ \\ q_1(\alpha, \beta) \text{ 和 } q_2(\alpha, \beta) \text{ 可以通过求解以下公式得出} \\ \text{s.t.} \left\{ \begin{array}{l} \max_1 \Pi_{F_1}(q_1) \\ \max_2 \Pi_{F_2}(q_2) \end{array} \right. \end{array} \right.$$

通过对第二层模型最优化求解,我们可以得到均衡状态时的光伏企业的产量 q_1 和 q_2 需满足如下表达式:

$$q_1^* = \frac{a - 2C_1 + C_2 + 2\alpha - \beta}{3} \quad (2-1)$$

$$q_2^* = \frac{a - 2C_2 + C_1 + 2\beta - \alpha}{3} \quad (2-2)$$

通过对第一层模型最优化求解,我们可以进一步得到均衡状态时的地方政府的财政补贴 α 和 β 需满足如下表达式:

$$\alpha^* = \frac{a + 5C_1}{5} \quad (2-3)$$

$$\beta^* = \frac{a + 5C_2}{5} \quad (2-4)$$

最后,通过将 α^* 和 β^* 的表达式分别代入到 q_1 和 q_2 的表达式中,我们可以得到 q_1 和 q_2 关于 a, b 的表达式,分别为:

$$q_1^* = \frac{2a}{5} \quad (2-5)$$

$$2^* = \frac{a}{5} \quad (2-6)$$

2.2 地方政府同时考虑光伏税收收益与财政补贴支出

在上节模型的设定中,为了便于分析,我们假设地方政府仅考虑本地光伏企业带来的税收收益。但需要指出的是,这一设定与现实情况偏差较大,因为

地方政府不仅需要考虑本地光伏企业带来的税收收益,还需要考虑对本地光伏企业的财政补贴支出。在本节中,本文将通过完善地方政府的利益函数设定对双层Stackelberg模型进行优化。

本节中,政府的利益函数表示为税收净额,即本地光伏企业带来的税收收益,减去对本地光伏企业的财政补贴支出。

因此,地方政府1的利益函数可以表示为:

$$\Pi_{Gov1} = q_1 \times [T_1 \times P(q_1 + q_2) - \alpha] \quad (3-1)$$

相似地,地方政府2的利益函数可以表示为:

$$\Pi_{Gov2} = q_2 \times [T_2 \times P(q_1 + q_2) - \beta] \quad (3-2)$$

与上一节的模型求解过程类似,本节再次将地方政府的利益函数带入Stackelberg博弈模型中进行求解,最终可以得到均衡状态时光伏企业的产量 q_1 和 q_2 ,以及均衡状态时的地方政府补贴 α 和 β 。具体表达式分别如下:

$$q_1^* = \frac{a - 2C_1 + C_2 + 2\alpha - \beta}{3} \quad (3-3)$$

$$2^* = \frac{a - 2C_2 + C_1 + 2\beta - \alpha}{3} \quad (3-4)$$

$$\alpha^* = \frac{T_1 T_2 (3a + 15C_1) + T_2 (-9a + 27C_1) + T_1 (15a + 6C_2 + 51C_1) - 45a + 63C_1 - 18C_2}{3T_1 + 3T_2 - T_1 T_2 - 9} \quad (3-5)$$

$$\beta^* = \frac{T_1 T_2 (3a + 15C_2) + T_1 (-9a + 27C_2) + T_2 (15a + 6C_1 + 51C_2) - 45a + 63C_2 - 18C_1}{3T_1 + 3T_2 - T_1 T_2 - 9} \quad (3-6)$$

通过进一步将 α^* 和 β^* 的表达式分别代入到 q_1 和 q_2 的表达式中,我们可以解出 q_1 和 q_2 关于 T_1, T_2 的表达式,分别为:

$$q_1^* = \frac{T_1 T_2 (2a + 32C_1 - 14C_2) + T_1 (42a + 42C_2 + 45C_1) + T_2 (54C_1 - 48C_2) - 54a + 126C_1 + 18C_2}{9b(T_1 + T_2) - 3bT_1 T_2 - 27b} \quad (3-7)$$

$$q_2^* = \frac{T_1 T_2 (2a + 32C_2 - 14C_1) + T_2 (42a + 42C_1 + 45C_2) + T_1 (54C_2 - 48C_1) - 54a + 126C_2 + 18C_1}{9b(T_1 + T_2) - 3bT_1 T_2 - 27b} \quad (3-8)$$

2.3 SocialPlanner的模型均衡结果

为了检验上述模型的均衡结果是否是有效的,本文引入了SocialPlanner模型,通过将Social Planner模型的均衡结果与2.1, 2.2小节模型的均衡结果进行对比,以探究光伏市场的政府补贴是否会导致产能过剩问题。若Social Planner模型的均衡产量低于前2.1, 2.2小节模型的均衡产量,则存在产能过剩问题,反之,则不存在产能过剩问题。

由于本文假设全国只有两个地方政府,对应的,本文假设有两个Social Planner,分别是地方政府1和地方政府2管辖区域内以最大化该地区社会福利为目标的虚构对象,因此,其利益函数就是社会福利。

根据古典经济学理论(Varian, 2010), Social Planner利益函数可以分别被表示为:

$$\Pi_{SP1} = CS_1(q_1) + PS_1(q_1) - GS_1(q_1) \quad (4-1)$$

$$\Pi_{SP2} = CS_2(q_2) + PS_2(q_2) - GS_2(q_2) \quad (4-2)$$

其中,根据马歇尔的理論(Marshall, 1920),消费者剩余CS可以被表示为需求曲线下方、市场价格上方的三角形面积。因此,消费者剩余CS可以被表示为:

$$CS_1(q_1) = \frac{1}{2} q_1 [a - p(q_1 + q_2)] = \frac{1}{2} (a - p(q_1 + q_2)) q_1 \quad (4-3)$$

$$CS_2(q_2) = \frac{1}{2} q_2 [a - p(q_1 + q_2)] = \frac{1}{2} (a - p(q_1 + q_2)) q_2 \quad (4-4)$$

另外,地方政府1管辖区域内的生产者剩余 $PS_1(q_1)$ 以及地方政府2管辖区域内的生产者剩余 $PS_2(q_2)$ 分别等于 Π_{F1} 以及 Π_{F2} ,而地方政府1补贴 $GS_1(q_1)$ 以及地方政府2补贴 $GS_2(q_2)$ 则分别等于 $(q_1 \times \alpha)$ 以及 $(q_2 \times \beta)$ 。

基于以上利益函数的建模,我们构建了光伏企业与Social Planner之间的双层Stackelberg博弈模型。这种情况下,Stackelberg决策模式的关键决策顺序如下: Social Planner作为领导者,首先制定并公布每单位光伏产品的补贴金额。随后,光伏企业作为市场中的理性经济主体,根据Social Planner设定的补贴政策、当前市场价格以及自身的生产成本,运用经济优化理论,计算出能够最大化其利润的最优生产量。值得注意的是, Social Planner在制定补贴政策时,综合考虑了补贴政策对光伏企业生产决策的影响,以及由此带来的对整个社会经济

的正外部性，其目标是在促进光伏产业健康发展的同时，实现社会福利的整体提升，即在最大化社会福利的前提下决定补贴金额。由此，光伏企业与Social Planner的双竞争Stackelberg博弈模型可表述为：

$$\left\{ \begin{array}{l} \alpha(a, C_1, C_2) \text{ 和 } \beta(a, C_1, C_2) \text{ 可以通过求解以下公式得出} \\ \text{s.t.} \left\{ \begin{array}{l} \max \Pi_{SP_1}(q_1(\alpha, \beta), q_2(\alpha, \beta)) \\ \max \Pi_{SP_2}(q_1(\alpha, \beta), q_2(\alpha, \beta)) \end{array} \right. \\ \\ q_1(\alpha, \beta) \text{ 和 } q_2(\alpha, \beta) \text{ 可以通过求解以下公式得出} \\ \text{s.t.} \left\{ \begin{array}{l} \max_1 \Pi_{F_1}(q_1) \\ \max_2 \Pi_{F_2}(q_2) \end{array} \right. \end{array} \right.$$

通过对上述公式进行最优化求解，我们可以得到均衡状态时光伏企业的产量 q_1 和 q_2 ，以及均衡状态时的政府补贴 α 以及 β 。具体表达式如下：

$$q_1^* = \frac{a-2C_1+C_2+2\alpha-\beta}{3} \quad (4-5)$$

$$q_2^* = \frac{a-2C_2+C_1+2\beta-\alpha}{3} \quad (4-6)$$

$$\alpha^* = \frac{a-3C_1+2C_2}{5} \quad (4-7)$$

$$\beta^* = \frac{a-3C_2+2C_1}{5} \quad (4-8)$$

进一步将均衡状态时政府补贴 α 和 β 的解带入均衡状态时的光伏企业的产量 q_1 和 q_2 的解中，我们可以得到 q_1 、 q_2 关于 a 、 C_1 以及 C_2 的表达式，分别为：

$$q_1^* = \frac{2a-6C_1+4C_2}{5} \quad (4-9)$$

$$q_2^* = \frac{2a-6C_2+4C_1}{5} \quad (4-10)$$

2.4 各模型均衡结果的对比分析

本节将对2.1节、2.2节模型的均衡结果与2.3Social Planner模型的均衡结果进行对比，以探讨现实情况下光伏产业的政府补贴是否会导致产能过剩问题，或者在何种条件成立时会引发产能过剩问题。

首先对3.1节地方政府只考虑光伏税收收益情况下的均衡结果与3.3Social Planner模型的均衡结果进行对比。可以发现，对于地方政府1来说，若3.1节政府只考虑光伏税收收益情况下的均衡产量高于Social Planner模型的均衡产量，当且仅当以下不等式成立：

$$\frac{2a-6C_1+4C_2}{5} < \frac{2a}{5} \quad (5-1)$$

其中，该不等式左边为Social Planner模型中企业1的均衡产量，该不等式右边为3.1节政府只考虑光伏税收收益模型中企业1的均衡产量。经整理后可得到如下不等式：

$$q_1 > \frac{2}{3} q_2 \quad (5-2)$$

该不等式意味着当光伏企业1生产单位光伏产品的生产成本大于光伏企业2生产单位光伏产品的生产成本的三分之二时，若在地方政府仅考虑光伏税收收益的情况下，那么地方政府1对光伏市场的财政补贴会导致产能过剩问题。

$$q_2 > \frac{2}{3} q_1 \quad (5-3)$$

类似的，对于地方政府2来说，以上不等式意味着当光伏企业2生产单位光伏产品的生产成本大于光伏企业1生产单位光伏产品的生产成本的三分之二时，若在地方政府仅考虑光伏税收收益的情况下，那么地方政府2对光伏市场的财政补贴会导致产能过剩问题。

接下来对2.2节地方政府同时考虑光伏税收收益与财政补贴支出情况下的均衡结果与2.3Social Planner模型的均衡结果进行对比。但由于2.2节模型的均衡产量表达式比较复杂，难以通过直接比较的方式得出结论，因此，本文将在下文通过实证研究的方式进一步探究现实情况下光伏市场的政府补贴是否会导致产能过剩问题。

3 研究设计

基于上述理论模型所得出的结论，本文进一步拓展研究边界，采用规范的实证分析方法系统检验政府补贴对光伏企业产能过剩现象的实际影响。此环节旨在通过量化手段，将理论模型中的逻辑链条与现实数据相结合，以实证的方式揭示补贴政策在光伏产业发展过程中的具体效应。

3.1 样本选择与数据来源

本文选取2015年至2022年深沪两市主营业务属于光伏概念的上市公司作为研究样本。根据研究需要，对原始数据做了如下筛选和归类处理：（1）剔除上市年份在2015年之后的上市公司；（2）剔除财务数据缺失和指标异常的上市公司。最终，得到了9家上市公司，分别为000591、002323、002610、002623、300082、300118、300274、300317和601908。本文所选取的光伏概念上市公司数据均来自于CSMAR数据库。本文数据整理以及统计分析工作均借助Excel和Stata完成。

3.2 实证检验的模型设计

为了验证前文模型部分提出的假设，本文构建如下线性回归模型检验政府补贴对中国光伏产业产能过剩的影响程度：

$$ROE_{it} = \alpha_0 + \beta_1 Subsidy_{it} + \beta_2 Age_{it} + \beta_3 Turnover_{it} + \beta_4 Growth_{it} + \mu_i + \delta_t + \varepsilon_{it}$$

上式中，代表企业*i*在*t*年的净资产收益率，代表地方政府在*t*年对企业*i*的财政补贴。其中， β_1 为本文所关注的核心参数，若 β_1 显著小于零，则表明政府补贴会导致中国光伏产业的产能过剩问题；反之，则表明政府补贴不会导致中国光伏产业的产能过剩问题。

另外，在控制变量中， Age_{it} 代表企业年龄， $Turnover_{it}$ 代表应收账款周转率， $Growth_{it}$ 代表营业总收入增长率。本模型为双向固定效应模型，即模型中同时加入了时间固定效应与个体固定效应。其中， δ_t 为时间固定效应， μ_i 为个体固定效应。 ε_{it} 为随机扰动项。表1列出了模型中各个变量的定义及计算方法。

表1 变量定义

变量属性	变量名称	变量代码	变量测度
因变量	净资产收益率	ROE	净利润/股东权益余额
自变量	政府补助	Subsidy	财务报表附注数据中
控制变量	企业年龄	Age	年份-上市年份
	应收账款周转率	Turnover	营业收入/应收账款期末余额
	营业总收入增长率	Growth	(营业总收入本年本期金额-营业总收入上年同期金额)/(营业总收入上年同期金额)

本文首先对主要变量进行了描述性统计分析，以了解中国光伏产业相关企业的基本特征。具体而言，净资产收益率(ROE)的均值为-0.07101，标准差为0.560，表明样本企业间盈利能力差异较大，部分企业面临亏损状况。政府补贴(Subsidy)的均值为16.94，标准差为1.503，显示出政府补贴政策在不同企业间实施力度较为均衡，但仍有细微差别。企业年龄(Age)的均值为9.5年，标准差为5.235，表明样本企业多为成立时间较长的企业，但年龄分布较广。周转率(Turnover)的均值为3.891，标准差为4.529，反映了企业运营效率的多样性。最后，增长率(Growth)的均值为0.3007，标准差为0.706，揭示了样本企业在发展速度上的显著差异。

表2 描述性统计

VarName	Obs	Mean	SD	Min	Max
ROE	72	-0.07101	0.56	-4.082	0.3861
Subsidy	72	16.94	1.503	11	19.63
Age	72	9.5	5.235	3	26
Turnover	72	3.891	4.529	0.08779	19.85
Growth	72	0.3007	0.706	-0.8335	4.592

为了深入探讨政府补贴对光伏产业产能过剩(以ROE作为代理变量)的影响，本文在基准回归模型的基础上逐步加入控制变量来进行实证分析。模型

(1)仅考察了政府补贴(Subsidy)对ROE的影响，结果显示政府补贴对ROE具有显著的负向作用(系数为-0.125, $p < 0.1$)，初步表明政府补贴可能并未有效促进光伏企业的盈利能力提升，反而存在潜在的产能过剩风险。

表3 回归结果

	-1	-2	-3	-4
VARIABLES	ROE	ROE	ROE	ROE
Subsidy	-0.125*	-0.125*	-0.111*	-0.063*
	-0.059	-0.059	-0.049	-0.032
Age		0.004	-0.019	-0.034
		-0.01	-0.028	-0.045
Turnover			0.041	0.034
			-0.034	-0.028
Growth				0.211**
				-0.063
Constant	2.153*	2.127	1.926*	1.132
	-1.122	-1.169	-0.993	-0.638
Observations	72	72	72	72
R-squared	0.217	0.217	0.244	0.298
Number of firm	9	9	9	9
Firm FE	YES	YES	YES	YES
Year FE	YES	YES	YES	YES

*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$

在模型(2)中，我们进一步控制了企业年龄(Age)，发现政府补贴的负向效应依然显著(系数为-0.125, $p < 0.1$)，而企业年龄对ROE的影响不显著，这可能说明企业年龄并非影响产能过剩的关键因素。模型(3)在模型(2)的基础上加入了周转率(Turnover)作为控制变量，结果显示政府补贴的负向效应有所减弱(系数为-0.111, $p < 0.1$)，而周转率对ROE具有正向影响(系数为0.041)，这表明运营效率较高的企业可能在一定程度上能够缓解政府补贴带来的负面效应。最后，模型(4)纳入了增长率(Growth)作为控制变量，结果显示政府补贴的负向效应进一步减弱且显著性

水平下降(系数为-0.063, $p < 0.1$), 而增长率对ROE具有显著的正向影响(系数为0.211, $p < 0.05$)。这表明企业的成长性是其提升其盈利能力的重要因素, 且在一定程度上能够抵消政府补贴可能带来的产能过剩风险。此外, 随着模型复杂度的增加, R-squared值逐渐上升, 说明模型的解释力逐渐增强。综上所述, 本文的回归结果表明政府补贴对中国光伏产业的产能过剩问题具有潜在影响。

4 总结及政策建议

4.1 总结

本文深入剖析了地方政府财政补贴政策对我国光伏产业的影响效应, 通过理论建模与实证检验相结合的研究范式, 系统地揭示了财政补贴与光伏企业产能过剩之间的内在联系。具体而言, 本文得出如下结论: 地方政府的财政补贴政策, 在推动我国光伏产业快速发展的同时, 也带来了不容忽视的产能过剩问题。

4.2 政策建议

基于上述的研究发现, 本文提出以下几点政策建议, 以期为促进光伏产业的健康、可持续发展提供有价值的参考:

一是补贴方式上优化补贴政策设计, 实现精准扶持。补贴政策要精准对接光伏产业发展的真实需求, 根据产业发展的阶段性特征、市场供需状况以及技术发展趋势, 调整补贴力度与方向, 如加强对高ROE、高周转率、高成长性, 对政府补贴依赖低企业的支持, 促进资源向高效益、高成长性的企业集中, 避免“一刀切”的补贴方式导致的资源浪费与产能过剩。

二是推动补贴政策向创新激励转型。为进一步优化政策对光伏产业的引导支持, 政府应积极推动补贴政策向“创新激励”方向转型。具体而言, 可以通过设立产业引导基金、专项研发基金、税收优惠、政府采购等多种方式, 鼓励光伏企业加大研发投入, 提升自主创新能力。同时, 要建立健全技术创新成果转化机制, 促进产学研深度融合, 加快技术创新成果向现实生产力转化。此外, 还可以通过国际合作与交流, 引进国外先进技术和管理经验, 提升我国光伏产业的整体竞争力。通过技术突破和产业升级来增强光伏企业的市场竞争力, 淘汰低效产能, 摒弃单纯依赖补贴来扩张产能, 从更长周期实现光伏产业的可持续发展。

三是强化补贴资金监管, 保障政策有效执行。为了确保补贴政策的有效执行与透明运作, 政府应建立健全补贴资金的监管与绩效评估机制。一方面, 要加强对补贴资金的拨付、使用、回收等环节的全程监督, 防止资金被挪用、截留或浪费。另一方面, 要建立健全补贴效果的评估体系, 定期对补贴政策的实施效果进行评估, 及时调整政策策略, 确保补贴资金能够真正发挥促进产业发展的作用。

四是加强央地一盘棋, 加快建设全国统一大市场。政府补贴并非万能, 如文中分析, 当政府补贴超过合理范围并影响到市场合理竞争时, 就会引发低效率过剩生产。基于不同地方政府之间

的博弈竞争, 中央政府的政策往往在地方政府被放大, 因此需要对地方政府的补贴行为进行适当引导和干预, 尤其是要加快形成全国统一大市场, 从根本上解决地方政府间博弈带来的产能过大等问题。

五是加强行业自律与协同发展。除了政府层面的政策支持外, 光伏产业自身也应加强行业自律与协同发展。通过建立健全行业协会组织、加强企业间的沟通交流与合作, 共同研判产能形势, 规范市场定价行为, 防止恶意降低抢占市场, 共建良好的市场秩序和竞争环境。同时, 形成行业力量积极参与国际交流与合作, 提升我国光伏产业在全球市场中的影响力和话语权, 提升产能输出能力。

5 结语

综上所述, 本文分析了地方政府间及其与光伏企业间复杂的交互动态。结果表明, 地方政府的补贴政策与光伏产业的产能过剩问题有着密不可分的联系, 是促成光伏产业产能过剩现象不可忽视的关键因素之一。本文得出的结论对促进光伏产业的健康发展有一定参考价值, 为政府调控财政补贴政策提供了坚实的数据支撑以及理论框架。基于该研究结论, 本文提出建议, 希望为促进光伏产业的可持续和健康发展提供参考。

[参考文献]

[1]Chen, Z., Cheung, K.C.K. & Qi, X. Subsidy policies and operational strategies for multiple competing photovoltaic supply chains. *Flex Serv Manuf* 33,914-955(2021).

[2]Chen Z, Su S I I. Dual competing photovoltaic supply chains: A social welfare maximization perspective[J]. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2017,14(11):1416.

[3]陈硕. 分税制改革、地方财政自主权与公共品供给[J]. *经济学(季刊)*, 2010,9(04):1427-1446.

[4]付云. 财政补贴退坡对光伏产业的影响研究[D]. 云南财经大学, 2022.

[5]江飞涛, 耿强, 吕大国, 等. 地区竞争、体制扭曲与产能过剩的形成机理[J]. *中国工业经济*, 2012,(06):44-56.

[6]吕程. 中国财政分权对经济发展质量影响研究[D]. 辽宁大学, 2021.

[7]李凤梅, 柳卸林, 高雨辰, 等. 产业政策对我国光伏企业创新与经济绩效的影响[J]. *科学学与科学技术管理*, 2017,38(11):47-60.

[8]毛其淋, 许家云. 政府补贴对企业新产品创新的影响——基于补贴强度“适度区间”的视角[J]. *中国工业经济*, 2015,(06):94107.

[9]Marshall A(1920)Principles of economics, 8th edn. Macmillan, London.

- [10]师奕,王光,邵宇佳.产业补贴政策有效性评估与政策建议——基于光伏产业[J].财会月刊,2023,44(09):118-126.
- [11]Varian HR(2010)Intermediate microeconomics:a modern approach.W.W.Norton & Co, New York, NY.
- [12]王宏伟,朱雪婷,李平.政府补贴对光伏产业创新的影响[J].经济管理,2022,44(02):57-72.
- [13]王文甫,明娟,岳超云.企业规模、地方政府干预与产能过剩[J].管理世界,2014,(10):17-36+46.
- [14]王宇,罗悦.外需引导与政府补贴下战略性新兴产业的产能过剩研究——以光伏产业为例[J].现代经济探讨,2018,(3):78-87.
- [15]徐齐利,聂新伟,范合君.政府补贴与产能过剩[J].中央财经大学学报,2019,(02):98-118+128.
- [16]余典范,王佳希.政府补贴对不同生命周期企业创新的影响研究[J].财经研究,2022,48(01):19-33.
- [17]余东华,吕逸楠.政府不当干预与战略性新兴产业产能过剩——以中国光伏产业为例[J].中国工业经济,2015,(10):53-68.
- [18]余明桂,范蕊,钟慧洁.中国产业政策与企业技术创新[J].中国工业经济,2016,(12):5-22.
- [19]徐业坤,马光源.地方官员变更与企业产能过剩[J].经济研究,2019,54(05):129-145.
- [20]张倩肖,董瀛飞.渐进工艺创新、产能建设周期与产能过剩——基于“新熊彼特”演化模型的模拟分析[J].经济学家,2014,(08):33-42.
- [21]朱希伟,沈璐敏,吴意云,等.产能过剩异质性的形成机理[J].中国工业经济,2017,(08):44-6.

作者简介:

龚汐承(2007--),男,汉族,四川成都人,成都市树德中学国际部IB课学生,曾在American Mathematics Competitions12竞赛中取得前百分之一的成绩,在约翰洛克写作竞赛经济类别中获得“Merit”奖项。