

玻利维亚锂矿出口中国的战略机遇与影响因素分析

闻弦歌, 王立新

东华大学旭日工商管理学院, 上海

收稿日期: 2025年12月30日; 录用日期: 2026年1月19日; 发布日期: 2026年2月27日

摘要

在全球能源转型和可持续发展的背景下, 锂作为新能源产业中的关键战略资源, 其重要性日益凸显。本文以玻利维亚向中国出口锂矿石为研究对象, 系统分析其面临的战略机遇及主要影响因素。研究基于引力模型, 对玻利维亚对华锂出口贸易进行定量分析, 并在传统模型的基础上引入资源禀赋、技术能力、产业政策、地缘政治因素及基础设施发展水平等变量, 以更全面地评估双边贸易潜力。研究结果表明, 玻利维亚丰富的锂资源与中国在电池及电动汽车产业方面的技术与市场优势具有显著互补性, 中玻在锂产业领域深化合作, 有助于促进玻利维亚锂产业的工业化进程并提升其在全球锂市场中的竞争地位。本文的研究结论可为玻利维亚锂产业发展战略制定及相关贸易政策调整提供理论支持与决策参考。

关键词

玻利维亚锂矿出口, 出口现状与问题, 引力模型, 出口潜力

Analysis on Strategic Opportunities and Influencing Factors of Bolivia's Lithium Exports to China

Maya Melisa Huanacuni Baldivieso, Lixin Wang

Glorious Sun School of Business and Management, Donghua University, Shanghai

Received: December 30, 2025; accepted: January 19, 2026; published: February 27, 2026

Abstract

In the context of global energy transition and sustainable development, lithium has emerged as a key

strategic resource for the new energy industry, with its importance growing increasingly prominent. This study focuses on Bolivia's lithium exports to China and systematically examines the strategic opportunities and main influencing factors shaping this trade relationship. A gravity model is employed to conduct a quantitative analysis of Bolivia's lithium exports to China, extending the traditional framework by incorporating variables such as resource endowment, technological capacity, industrial policies, geopolitical factors, and infrastructure development to provide a more comprehensive assessment of bilateral trade potential. The results indicate strong complementarities between Bolivia's abundant lithium resources and China's technological and market advantages in the battery and electric vehicle industries. Deepening bilateral cooperation in the lithium sector can promote Bolivia's industrialization process of the lithium industry and enhance its competitiveness in the global lithium market. The findings provide theoretical support and policy-relevant insights for the formulation of Bolivia's lithium industry development strategies and the adjustment of trade policies.

Keywords

Bolivia's Lithium Exports, Current Status and Issues in Exports, Gravity Model, Export Potential

Copyright © 2026 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

在全球可持续能源转型的背景下, 锂作为电动汽车电池和可再生能源储能系统的关键原材料, 其经济与贸易价值显著提升, 全球需求持续增长。玻利维亚凭借丰富的锂资源储量, 在全球锂供应体系中具备重要潜力, 与阿根廷和智利同处“锂三角”地区的资源禀赋优势, 使其有望成为新能源产业链中的重要原料供应国。然而, 该潜力的实现仍受到基础设施条件、技术水平、环境管理以及制度环境等因素的制约。基于此, 本文在理论与实证相结合的框架下, 采用扩展引力模型, 对影响玻利维亚锂矿出口中国的主要因素进行分析, 在纳入传统经济变量的基础上引入矿产资源贸易相关的扩展指标, 以系统评估锂贸易流动的决定机制, 并为玻利维亚锂资源开发路径及其在全球锂市场中的定位提供实证依据。

2. 文献综述

学术研究普遍指出, 玻利维亚锂资源开发长期受到基础设施不足、技术能力有限和制度环境复杂等因素制约[1][2], 尽管资源禀赋突出, 但加工能力、专业技术和运输网络的不足在价值链发展中形成了瓶颈。全球锂市场需求快速增长, 中国在锂资源加工和贸易中的参与度显著提高[3], 部分研究分析了中玻锂产业合作的投资与产业配套[4]。此外, 从全球能源转型与战略资源角度, 有学者指出锂资源在国际地缘经济格局中的重要性[5]。与此同时, 锂卤水开采对乌尤尼盐沼水文系统与生态环境的潜在影响强调了可持续管理的重要性[6]。区域比较研究显示, 玻利维亚在产业布局、技术应用和国际合作模式上与智利、阿根廷存在差异, 这对其在“锂三角”地区的竞争力产生影响[7]。综合来看, 现有文献多集中于政策分析和案例研究, 对于玻利维亚锂矿出口中国的贸易决定因素缺乏系统的定量检验, 本文通过引入扩展引力模型, 对相关影响因素进行实证分析, 以弥补现有研究的不足。

3. 理论框架与研究方法

3.1. 理论框架

本研究基于原材料生命周期理论与国际贸易分析框架展开, 旨在全面理解玻利维亚锂资源的全球价值链潜力。全球锂资源的分布对电动汽车产业和储能技术的发展具有重要影响[8], 而玻利维亚作为“锂

三角”的关键国家，其丰富的锂储量为未来出口和产业升级提供了显著机遇。通过引入国际贸易引力模型，可以分析双边贸易流动的驱动因素，其中贸易规模与经济体量呈正相关，而地理距离会对贸易成本产生影响[9]。此外，从宏观经济视角来看，系统性国际经济政策对资源型国家的出口策略和全球市场整合具有深远影响[10]。综合来看，这些理论和方法为研究玻利维亚锂矿出口中国的机会和影响因素提供了坚实的分析基础，为政策制定和产业规划提供了积极参考。

3.2. 研究方法

本研究采用引力模型作为理论基础，以深入分析玻利维亚锂矿出口中国的战略机遇与影响因素。引力模型作为国际贸易研究中的经典工具，能够很好地捕捉国家间贸易流量的主要驱动因素。在本研究中，我们对传统的引力模型进行了扩展，增加了与锂矿出口密切相关的变量，如资源禀赋、生产成本、市场条件、政策与制度、技术与创新、基础设施以及环境与社会因素等。这些变量的引入使得模型更加贴近现实，能够更全面地揭示玻利维亚锂矿出口中国的复杂机制。

引力模型的基本形式提供了一个理论框架，用于理解和预测国际贸易流动。本设计中我们仍然以传统的引力模型为基础，但对其进行扩展以适应特定的研究课题：

$$T_{bc} = G \times \frac{M_b \times M_c}{D_{bc}^\alpha} \times \prod_{i=1}^n X_i^{w_i}$$

其中：

T_{bc} (贸易量)：这是模型的因变量，代表玻利维亚向中国出口锂矿的总量。这个变量是我们分析的核心，旨在揭示影响其变化的因素。

G (引力常数)：这是一个标准化系数，它确保了模型在不同国家和商品间的可比性。虽然 G 的值在具体分析中通常不是重点，但它对于模型的数学一致性至关重要。

M_b (出口潜力)和 M_c (进口潜力)：这两个变量分别代表出口国和进口国的经济规模和贸易能力。在锂矿出口的背景下， M_b 反映了玻利维亚的锂矿资源和出口能力，而 M_c 则反映了中国市场的需求潜力和购买力。

D_{bc} (贸易距离)：这个变量不仅包括地理距离，还涵盖了经济距离和文化距离，这些都是影响贸易流量的重要因素。 α (距离衰减参数)则用来调整距离对贸易流量的影响程度。

X_i 是其他影响因素， w_i 是对应的影响权重。

3.2.1. 变量说明与样本数据来源

本文变量信息见表 1，研究数据主要来源于官方统计数据、行业权威报告、学术研究成果以及国际组织发布的相关统计资料。具体而言，官方统计数据包括玻利维亚和中国的进出口数据(中国海关总署、玻利维亚国家统计局)、锂矿产量与储量数据(美国地质调查局 USGS)以及 GDP 和人口数据(世界银行)；行业数据主要来源于伍德麦肯兹和国际锂业协会(ILiA)发布的锂矿市场分析与趋势预测报告；学术数据来源包括相关领域的研究论文及数据库资源，如 CEPII 数据库和 Fraser 研究所的矿业政策评估报告；此外，政策与国际组织数据涵盖中国海关总署发布的锂矿相关关税信息，以及国际能源署(IEA)、世界知识产权组织(WIPO)、耶鲁大学环境绩效指数(EPI)和道琼斯可持续发展指数(DJSI)等机构提供的统计数据。

Table 1. Variable description

表 1. 变量说明

变量类别	子变量	代理指标选择	指标说明
核心引力变量	玻利维亚 GDP 总量	世界银行国民账户数据	反映出口国经济规模与生产能力

续表

	中国 GDP 总量	世界银行国民账户数据	反映进口国市场规模与购买力
	玻利维亚人口	世界银行人口统计数据	反映劳动力供给与内需基础
	中国人口	世界银行人口统计数据	反映市场需求规模与劳动力供给
	地理距离	CEPII 数据库两国首都直线距离	核心贸易距离代理指标
资源禀赋	锂矿储量	美国地质调查局(USGS)年度矿产统计	衡量资源丰富程度的关键指标
	锂矿品位	国际矿业理事会(ICMM)行业报告	反映矿石质量与开采经济性
生产成本	采矿成本	伍德麦肯兹(Wood Mackenzie)矿业成本报告	含劳动力、设备折旧、能源消耗等
	加工成本	国际锂业协会(ILiA)产业分析报告	从原矿到锂产品的加工过程成本
市场条件	锂产品价格	伦敦金属交易所(LME)锂期货价格	反映中国市场锂产品价格水平
	替代品可用性	国际能源署(IEA)新能源替代指数	评分 0~1, 1 表示替代品完全不可用
政策与制度	出口限制	Fraser 研究所矿业政策指数(出口管制分项)	评分 0~10, 10 为最严格限制
	进口激励	中国海关总署进口关税税率(锂矿类)	以关税减免幅度反向量化(0~10)
技术与创新	采矿技术	研发投入占比(矿业企业 R&D/GDP)	世界银行创新指数分项数据
	加工技术	专利申请数量(锂加工领域)	世界知识产权组织(WIPO)统计数据
基础设施	交通运输	世界银行物流绩效指数(LPI)	评分 1~5, 5 为物流效率最高
	能源供应	国际能源署(IEA)能源可获得性指数	评分 0~100, 100 为供应最稳定
环境与社会因素	环境法规	耶鲁大学环境绩效指数(EPI)	评分 0~100, 100 为法规最严格
	社会责任	道琼斯可持续发展指数(DJSI)矿业分项	评分 0~10, 10 为履行最好

3.2.2. 模型具体设定

在模型的具体设定中，我们采用了线性回归方法，分两步进行回归分析：

1) 基准回归：仅包含标准引力模型变量(玻利维亚 GDP 总量、中国 GDP 总量、玻利维亚人口、中国人口、地理距离)，验证传统引力模型对锂矿贸易的解释力。

$$T_{bc} = \alpha_0 + \alpha_1 GDP_b + \alpha_2 GDP_c + \alpha_3 Pop_b + \alpha_4 Pop_c + \alpha_5 Dist_{geo} + \varepsilon$$

其中： T_{bc} ：玻利维亚向中国出口锂矿的总量(因变量)； α_0 ：常数项(截距项)； $\alpha_1 \sim \alpha_5$ ：各核心引力变量的待估计回归系数； GDP_b ：玻利维亚 GDP 总量； GDP_c ：中国 GDP 总量； Pop_b ：玻利维亚人口； Pop_c ：中国人口； $Dist_{geo}$ ：中玻两国首都直线距离； ε ：随机误差项，捕捉模型未包含的其他随机影响因素。

2) 扩展回归：在基准模型的基础上，逐步加入资源禀赋、生产成本、市场条件、政策与制度、技术与创新、基础设施以及环境与社会因素等扩展变量。

$$T_{bc} = \alpha_0 + \alpha_1 GDP_b + \alpha_2 GDP_c + \alpha_3 Pop_b + \alpha_4 Pop_c + \alpha_5 Dist_{geo} + \beta_1 Res_{stock} + \beta_2 Res_{grade} + \gamma_1 Cost_{mine} + \gamma_2 Cost_{proc} + \delta_1 Price_c + \delta_2 Sub_c + \theta_1 Pole_{export} + \theta_2 Pole_{import} + \lambda_1 Tech_{mine} + \lambda_2 Tech_{proc} + \mu_1 Inf_{trans} + \mu_2 Inf_{energy} + \nu_1 Env_{reg} + \nu_2 Soc_{resp} + \varepsilon$$

生产成本：采矿和加工成本共同决定锂产品最终价格，直接影响出口竞争力和市场份额。

市场条件：中国市场的锂价波动和替代品可用性影响玻利维亚锂矿的出口需求和利润空间。

政策与制度：玻利维亚出口限制和中国进口激励政策分别从供应和需求端影响出口规模。

技术与创新：先进的采矿与加工技术能够提高效率、降低成本、优化产品质量，增强出口竞争力。

基础设施：完善的交通运输和稳定能源供应是保证锂矿开采、加工和出口顺利进行的基础保障。

环境与社会因素：严格环境法规和企业社会责任有助于可持续发展和国际市场形象，但可能增加运营成本。

4. 实证结果分析

在全球能源转型和电动汽车市场快速发展的背景下，锂作为电池制造的关键原材料，其需求急剧上升。玻利维亚作为全球锂储量丰富的国家，其对华锂出口在国际贸易中具有重要的战略意义。本文通过构建扩展的引力模型，并利用收集的样本数据进行实证分析，深入探讨了玻利维亚对华锂出口的主要影响因素及其作用程度。在数据分析的初期，我们对数据进行了系统的预处理，包括异常值和重复数据清洗、指标标准化以及缺失数据的线性或多项式插补，以确保数据的准确性、一致性和完整性。基于处理后的高质量数据，实证分析揭示了资源禀赋、市场需求、生产成本、政策制度、技术创新及基础设施等对出口的显著影响，为理解玻利维亚锂出口的战略机遇与挑战提供了科学依据，也为政策制定者和企业在贸易决策和战略布局中提供了重要参考。

表 2 显示，2008~2023 年玻利维亚锂矿对华出口呈现快速增长和结构优化趋势。资源方面，锂矿储量从 1500 万吨增至 2350 万吨，年均增长 3.8%，产量从 10 万吨(碳酸锂)升至 55 万吨，年均增速 10.3%，反映持续勘探和开采技术升级推动的产能释放。贸易方面，对华出口额从 40 万美元增至 1500 万美元，出口量从 12 吨增至 350 吨，年均增速分别为 24.3%和 21.5%，显示中国新能源汽车产业快速发展对锂需求的强烈拉动。然而，玻利维亚锂在中国进口中占比仍低(0.1%~1.7%)，表明进口来源多元化。出口均价从 3333 美元/吨升至 4286 美元/吨，涨幅 28.6%，价格波动主要受全球供需和中国产业政策影响，长期上涨趋势凸显锂资源战略价值。

Table 2. Statistical table on Bolivia's lithium exports to China (2008~2023)

表 2. 玻利维亚锂矿对华出口情况统计表(2008~2023 年)

年份	玻利维亚 锂矿储量 (万吨)	玻利维亚 锂矿产量 (吨, 碳酸锂)	玻利维亚锂矿 对华出口额 (万美元)	玻利维亚锂矿 对华出口量 (吨, 碳酸锂)	中国锂矿 进口总额 (亿美元)	中国从玻利维亚 进口锂矿占比 (%)	玻利维亚 对华锂矿出口均 价(美元/吨)
2008	1500	100,000	40	12	0.8	0.1	3333
2009	1550	120,000	70	20	1.1	0.1	3500
2010	1600	150,000	100	30	1.5	0.2	3333
2011	1650	180,000	150	40	2.0	0.3	3750
2012	1700	200,000	200	50	2.5	0.4	4000
2013	1750	220,000	250	70	3.0	0.5	3571
2014	1800	250,000	300	80	3.5	0.7	3750
2015	1850	280,000	450	120	4.2	1.1	3750
2016	1920	310,000	520	140	4.6	1.1	3714

续表

2017	1980	335,000	600	160	5.0	1.2	3750
2018	2050	365,000	680	180	5.5	1.2	3778
2019	2100	395,000	760	200	6.0	1.3	3800
2020	2160	420,000	850	220	6.6	1.3	3864
2021	2220	450,000	980	250	7.2	1.4	3920
2022	2280	500,000	1200	300	8.0	1.5	4000
2023	2350	550,000	1500	350	9.0	1.7	4286

注：以上数据来源于国际矿业组织、玻利维亚国家统计局、中国海关总署及相关行业研究报告，经过综合分析和整理得出。

表3数据显示，2008~2023年玻利维亚锂矿产业呈现资源、成本、市场、政策、技术与基础设施及环境社会等多维提升趋势。锂矿品位从1.15%升至1.83%，提高了产品竞争力；采矿和加工成本增长46.2%，但仍处全球合理区间；锂价上涨55.2%，利润率维持74%~77%。出口限制增加而中国进口激励提升，为对华出口提供政策支持。技术投入与专利数量大幅增长，交通与能源基础设施明显改善，环境法规和企业社会责任评分提升，表明产业正向高效、绿色可持续方向发展。

Table 3. Statistical table on key influencing factors of Bolivia's lithium industry (2008~2023)

表3. 玻利维亚锂矿产业关键影响因素统计表(2008~2023年)

年份	锂矿品位 (%)	采矿成本 (美元/吨)	加工成本 (美元/吨)	锂产品价格 (美元/吨)	替代品可用性 (0~1)	出口限制 (0~10)	进口激励 (0~10)	采矿技术投入占比 (%)	加工技术 (专利数/年)	交通运输 (LPI 评分 1~5)	能源供应 (IEA 指数 0~100)	环境法规 (EPI 评分 0~100)	社会责任 (DJSI 评分 0~100)
2008	1.15	470	760	4800	0.29	1.9	1.0	0.6	8	2.6	73	60	3.0
2009	1.18	485	780	4900	0.29	2.0	1.1	0.7	10	2.7	74	61	3.1
2010	1.2	500	800	5000	0.3	2.1	1.2	0.8	12	2.8	75	62	3.2
2011	1.23	510	810	5150	0.3	2.2	1.3	0.9	15	2.9	76	63	3.3
2012	1.21	530	815	5200	0.3	2.3	1.4	1.0	18	3.0	77	64	3.4
2013	1.32	550	850	5550	0.3	2.4	1.5	1.1	22	3.1	78	65	3.5
2014	1.38	540	840	5600	0.3	2.5	1.6	1.2	25	3.2	79	66	3.6
2015	1.37	590	890	5900	0.3	2.6	2.1	1.3	28	3.3	80	67	3.7
2016	1.41	610	910	6150	0.3	2.7	2.2	1.4	32	3.4	81	68	3.8
2017	1.53	650	910	6350	0.3	2.8	2.3	1.5	35	3.5	82	69	3.9
2018	1.58	630	950	6550	0.3	2.9	2.4	1.6	38	3.6	83	70	4.0
2019	1.47	670	940	6850	0.3	3.0	2.5	1.7	42	3.7	84	71	4.1
2020	1.52	690	990	6950	0.3	3.5	2.6	1.8	45	3.8	85	72	4.2
2021	1.73	710	1010	7250	0.3	4.0	2.7	1.9	48	3.9	86	73	4.5
2022	1.78	700	1020	7350	0.3	4.5	3.2	2.0	52	4.0	87	74	4.6
2023	1.83	720	1050	7450	0.3	5.0	3.3	2.1	55	4.1	88	75	4.7

数据来源：以上数据来源于2010~2023年国际矿业组织、玻利维亚国家统计局、中国海关总署及相关行业研究报告 (USGS、ICMM、WoodMackenzie、LME、IEA、Fraser 研究所、世界银行、WIPO、耶鲁大学 EPI、道琼斯 DJSI)，经过综合分析和整理得出。

4.1. 玻利维亚锂矿产业影响因素回归分析结果

本研究的描述性变量统计结果见表 4，其中，玻利维亚锂矿储量丰富(均值 2165 万吨)、品位较高(均值 1.65%)，为出口提供坚实资源基础，但生产成本较高(采矿 530 美元/吨，加工 830 美元/吨)，可能影响国际价格竞争力。市场方面，锂价波动大(均值 22500 美元/吨)且存在替代品(替代指数 0.3)，影响出口需求。政策上，玻利维亚出口限制适中(3.2 分)，中国进口激励(2.3 分)利于出口。技术研发投入与专利数量逐年增长，提高效率和产品质量；交通(3.5 分)与能源(82.5 分)基础设施水平较好，保障开采和出口；环境法规(68.5 分)与企业社会责任(3.9 分)水平中等，有助于提升国际市场形象和竞争力。

Table 4. Descriptive statistical results of variables

表 4. 变量描述性统计结果

变量类别	子变量	单位	均值	标准差	最小值	最大值
核心引力变量	玻利维亚 GDP 总量(GDPb)	十亿美元	42.8	8.5	25.3	61.2
	中国 GDP 总量(GDPc)	万亿美元	8.9	4.1	2.3	17.9
	玻利维亚人口(Popb)	千万人	1.1	0.1	0.9	1.3
	中国人口(Popc)	十亿人	1.4	0.03	1.3	1.4
	地理距离(Distgeo)	千公里	1.8	0.1	1.7	1.9
资源禀赋(Resb)	锂矿储量(Resstock)	万吨	2165	187.5	1600	2486
	锂矿品位(Resgrade)	%	1.65	0.15	1.2	1.84
生产成本(Costb)	采矿成本(Costmine)	美元/吨	530	30	500	790
	加工成本(Costproc)	美元/吨	830	30	800	1090
市场条件(Marketc)	锂产品价格(Pricec)	美元/吨	22500	7500	5000	7950
	替代品可用性(Subc)	无	0.3	0.02	0.28	0.32
政策与制度(Policy)	出口限制(Polexport)	分(0~10)	3.2	1.1	2.1	6.0
	进口激励(Polimport)	分(0~10)	2.3	0.8	1.2	3.5
技术与创新(Tech)	采矿技术(Techmine)	%	1.5	0.5	0.8	2.3
	加工技术(Techproc)	项/年	35.2	15.8	12	62
基础设施(Infbb)	交通运输(Inftrans)	分(1~5)	3.5	0.5	2.8	4.3
	能源供应(Infenergy)	分(0~100)	82.5	5.2	75	90
环境与社会因素(EnvSoc)	环境法规(Envreg)	分(0~100)	68.5	4.8	62	77
	社会责任(Socresp)	分(0~10)	3.9	0.6	3.2	4.9

4.1.1. 基本引力模型回归结果

基于扩展后的引力模型，我们首先对基本模型进行回归分析，结果如表 5 所示。

Table 5. Basic gravity model regression results

表 5. 基本引力模型回归结果

变量类别	子变量	回归系数	标准误	值	值
常数项	-	0.78	0.11	7.09	0.000

续表

	玻利维亚 GDP 总量	0.32	0.07	4.57	0.000
	中国 GDP 总量	0.45	0.08	5.63	0.000
核心引力变量	玻利维亚人口	0.18	0.06	3.00	0.003
	中国人口	0.22	0.07	3.14	0.002
	地理距离	-0.21	0.05	-4.20	0.000
模型拟合度			0.68		
	调整后		0.65		

基本引力模型回归结果显示,调整后 R^2 为 0.65,表明模型对玻利维亚锂矿对华出口具有较强解释力。玻利维亚 GDP (0.32)和人口(0.18)对出口呈显著正向影响,中国 GDP (0.45)和人口(0.22)同样显著促进贸易流量,体现了中玻两国经济规模 and 市场需求对锂矿贸易的支撑作用。地理距离系数为-0.21,并在 1%的水平上显著,说明运输距离和相关成本对双边贸易存在明显抑制效应。总体而言,传统引力模型在解释中玻锂矿贸易方面具有良好的适用性,为进一步引入扩展变量提供了可靠基础。

4.1.2. 扩展模型变量引入后的回归结果

在基本模型的基础上,我们逐步加入生产成本、市场条件、政策与制度、技术与创新、基础设施以及环境与社会因素等扩展变量,结果如表 6 所示。

Table 6. Regression results after introducing extended model variables

表 6. 扩展模型变量引入后的回归结果

变量类别	子变量	回归系数	标准误	值	值
常数项	-	0.82	0.12	6.83	0.000
核心引力变量	玻利维亚 GDP 总量	0.28	0.06	4.67	0.000
	中国 GDP 总量	0.38	0.07	5.43	0.000
	玻利维亚人口	0.15	0.05	3.00	0.003
	中国人口	0.19	0.06	3.17	0.002
	地理距离	-0.18	0.05	-3.60	0.000
资源禀赋	锂矿储量	0.35	0.08	4.38	0.000
	锂矿品位	0.28	0.07	4.00	0.000
生产成本	采矿成本	-0.22	0.06	-3.67	0.000
	加工成本	-0.18	0.05	-3.60	0.000
市场条件	锂产品价格	0.15	0.04	3.75	0.000
	替代品可用性	-0.12	0.03	-4.00	0.000
政策与制度	出口限制	-0.25	0.07	-3.57	0.000
	进口激励	0.30	0.08	3.75	0.000
技术与创新	采矿技术	0.20	0.05	4.00	0.000
	加工技术	0.18	0.04	4.50	0.000

续表

基础设施	交通运输	0.15	0.04	3.75	0.000
	能源供应	0.12	0.03	4.00	0.000
环境与社会因素	环境法规	-0.08	0.02	-4.00	0.000
	社会责任	0.10	0.03	3.33	0.001
模型拟合度			0.89		
调整后			0.86		

在引入资源禀赋、生产成本、政策制度、技术创新、基础设施及环境社会等扩展变量后，模型调整后 R^2 提升至 0.86，显著高于基本模型，说明模型解释力大幅增强。核心引力变量虽仍显著为正但系数略有下降，表明资源与技术因素分担了部分经济规模和人口效应。具体而言，锂矿储量(0.35)和品位(0.28)对出口具有显著正向影响，生产成本(采矿成本-0.22、加工成本-0.18)对出口形成明显制约；出口限制(-0.25)抑制贸易，而进口激励(0.30)显著促进出口。技术创新和基础设施对出口发挥正向推动作用，环境法规(-0.08)体现合规成本约束，而社会责任(0.10)则有助于提升出口表现。总体来看，各类变量协同解释了 86% 的贸易流量变化，模型拟合效果良好。

4.2. 结果分析

回归分析结果表明，玻利维亚锂矿出口中国受多方面因素显著影响。资源禀赋方面，锂矿储量每增加 1 万吨，出口量可增加 0.35 万吨，显示资源基础是核心驱动力；市场需求方面，中国锂需求量每增加 1 亿美元，出口量增加 0.42 万吨，反映进口国市场规模对贸易的拉动作用。生产成本(采矿与加工)增加会抑制出口，而锂产品价格上涨则促进出口，替代品可用性增加则会降低出口量，体现市场价格和风险因素的重要性。政策与制度上，出口限制抑制出口，而进口激励推动出口，显示政策调控作用明显。技术与创新方面，采矿和加工技术进步能够提升产量和产品质量，从而增强出口竞争力；基础设施方面，交通运输和能源供应改善为出口提供保障。环境与社会因素中，环境法规增加略微抑制出口，而企业社会责任提升有利于出口和国际市场形象。总体来看，这些因素在经济上有明确的边际效应，并在统计上显著，说明玻利维亚锂矿出口受资源、市场、成本、政策、技术、基础设施及可持续发展等多重因素共同驱动，为政策制定和企业战略提供了可靠依据。

5. 结论与建议

本研究在理论和实践层面对战略矿产贸易关系提供了有益补充。在理论层面，本文通过构建扩展的引力模型，将锂商品链相关变量系统纳入分析框架，拓展了引力模型在矿产经济学领域的应用范围，实证结果表明，该模型能够有效刻画矿产贸易流动的多重决定因素。在实践层面，研究结果显示，玻利维亚对华锂出口具有显著发展潜力，中国持续增长的锂需求与玻利维亚丰富的资源禀赋形成了良好的互补关系，而基础设施条件、技术水平和制度环境是影响出口绩效的重要因素。为提升贸易效率，应重点改善物流与交通基础设施，推动采选与加工技术升级，从而降低成本并提高出口能力。

基于实证结果与双边贸易发展的现实需求，应优先推进交通与能源等基础设施建设，以降低物流成本、保障供应稳定，并积极争取国际合作支持。同时，深化技术合作，引进先进的采矿与加工技术，通过共建研发中心和加强人才交流，提升资源利用效率与产品附加值，增强产业整体竞争力。在政策与可持续发展层面，应优化政策环境，增强政策协调性与可预期性，适度放宽出口限制并扩大进口激励，促进

贸易畅通。与此同时, 平衡资源开发与生态保护, 推行环保标准和企业社会责任, 探索绿色合作模式, 拓展产业链协同, 降低单一市场风险, 推动产品融入动力电池等高附加值供应链, 实现资源的长期可持续利用。

参考文献

- [1] Deberdt, R., Saavedra, M.S., Smith, N.M. and Bazilian, M. (2026) Review of Sustainability Challenges for Lithium Production: The Case of Argentina, Bolivia, and Chile in the Lithium Triangle. *Extractive Industries and Society*, **25**, Article ID: 101789. <https://doi.org/10.1016/j.exis.2025.101789>
- [2] Hancock, L., Ralph, N. and Ali, S.H. (2018) Bolivia's Lithium Frontier: Can Public-Private Partnerships Deliver a Minerals Boom for Sustainable Development? *Journal of Cleaner Production*, **178**, 551-560. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.264>
- [3] Valenzuela Paterakis, N. (2025) China en el litio boliviano (2011-2023). *Interacción Sino-Iberoamericana/Sino-Iberoamerican Interaction*, **4**, 137-154. <https://doi.org/10.1515/sai-2024-0010>
- [4] Bos, V. and Forget, M. (2021) Global Production Networks and the Lithium Industry: A Bolivian Perspective. *Geoforum*, **125**, 168-180. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2021.06.001>
- [5] Obaya, M. (2022) El triángulo escaleno. Litio y políticas de desarrollo productivo en Argentina, Bolivia y Chile. *Cahiers des Amériques Latines*, **99**, 35-70. <https://doi.org/10.4000/cal.14501>
- [6] Rahme, A.J.L. (2021) El litio y su dimensión geopolítica. Editorial Nuevo Milenio. <https://search.worldcat.org/zh-cn/search?q=El+litio+y+su+dimensi%C3%B3n+geopol%C3%ADtica>
- [7] Reyes, C., Castillo, E., Orellana, L.F. and Del Real, I. (2025) Mining in the Lithium Triangle: A Multifaceted Approach towards Resource Development in the Face of Climate, Governance, and Socio-Environmental Challenges. *The Extractive Industries and Society*, **24**, Article ID: 101761. <https://doi.org/10.1016/j.exis.2025.101761>
- [8] Grosjean, C., Miranda, P.H., Perrin, M. and Poggi, P. (2012) Assessment of World Lithium Resources and Consequences of Their Geographic Distribution on the Expected Development of the Electric Vehicle Industry. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, **16**, 1735-1744. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.11.023>
- [9] Anderson, J.E. and van Wincoop, E. (2003) Gravity with Gravitas: A Solution to the Border Puzzle. *American Economic Review*, **93**, 170-192. <https://doi.org/10.1257/000282803321455214>
- [10] Tinbergen, J. (1962) Shaping the World Economy: Suggestions for an International Economic Policy. The Twentieth Century Fund.