http://www.resourcesindustries.net.cn zycy@cugb.edu.cn

投入产出关联视角下清洁能源开发对西藏地区经济社会发展的拉动效应研究

杜光远[1]，陈泽善[1]，吕 博[1]，谢鹏飞[1]，陈 露[1]，单丽楠[2]，陈蜀冰[2]，石常峰[3]

（1. 华电金沙江上游水电开发有限公司苏洼龙分公司，西藏 芒康 610041；
2. 中国水利水电科学研究院，北京 100038；3. 河海大学 经济与金融学院，江苏 常州 213200）

摘 要：推动清洁能源替代化石能源是我国实现“双碳”目标与绿色转型的战略要求。突破单一评估框架，构建适配西藏高原区域特征的多尺度多区域投入产出模型，识别西藏清洁能源基地建设对经济增长、就业吸纳及碳排放的异质性传导机制，厘清经济发展与生态减排的协同关系，为高原地区绿色转型提供微观实证依据。深度整合中国碳核算数据库 2017 年投入产出表、分部门碳排放清单及西藏地方统计数据，通过部门精细化归并处理完整保留西藏本地 42 个细分产业，精准刻画区域内部产业联动结构；从总产出、产业增加值、城镇就业与碳排放 4 个维度，对能源投资的直接效应与产业链溢出效应进行测度，并开展参数敏感性检验保障结论的稳健性。研究表明：1）经济效益高度内聚且存在特定的服务业溢出。投资对能源部门产出、增加值的拉动贡献占比超 95%，受制于工业配套薄弱，对其他制造业拉动有限，但跨越式催生了金融、商务等第三产业繁荣。2）就业传导链条短，近 99% 的新增就业集中在能源开发行业，现代服务业表现出“高经济贡献、低就业吸纳”的传导衰减特征，且城乡二元结构限制了农牧业受益。3）受工程建设影响，短期内区域绝对碳排放增加，但相比全国平均排放强度，西藏清洁能源开发可抵消近半数的潜在碳排放增量，相对减排优势巨大。综合来看，西藏清洁能源投资能够壮大能源支柱产业、带动现代服务业并展现出极高的低碳潜能，但也暴露出产业后向关联弱、就业普惠性不足的局限。据此提出政策优化路径：政府建立绿色电力认证体系，挖掘跨区域生态环境溢价收益，引导社会资本深耕清洁能源与生产性服务业融合赛道；依托绿电成本比较优势实施“以电引产”，培育本地特色绿色工业集群，将重大项目红利转化为区域发展的包容性成果。

关键词：清洁能源开发；经济效益；社会影响；环境影响；MRIO 模型

中图分类号：F062.1 **文献标识码：**A **文章编号：**1673－2464（2026）05－0049－11

Pulling Effect of Clean Energy Development on the Economic and Social Development of the Xizang Region from the Perspective of Input-Output Linkages

DU Guangyuan[1], CHEN Zeshan[1], LÜ Bo[1], XIE Pengfei[1], CHEN Lu[1],
SHAN Linan[2], CHEN Shubing[2], SHI Changfeng[3]

(1. *Suwalong Branch, Huadian Jinsha River Upstream Hydropower Development Co., Ltd, Mangkang* 610041, *China*;

收稿日期：2025－01－02；**修订日期：**2025－03－12；**责任编辑：**胡媛。

网络出版地址：https://link.cnki.net/urlid/11.5426.TD.20260918.1014.006 **DOI：**10.13776/j.cnki.resourcesindustries.20260918.003

基金项目：国家自然科学基金项目（42471334）。

第一作者简介：杜光远，硕士、高级工程师，主要从事水电工程建设、生态环保研究。E-mail：372342096@qq.com

通信作者简介：石常峰，博士、副教授，主要从事资源环境管理研究。E-mail：20161953@hhu.edu.cn

*引用格式：*杜光远，陈泽善，吕博，等，2026. 投入产出关联视角下清洁能源开发对西藏地区经济社会发展的拉动效应研究[J]. 资源与产业，28(5)：49－59.

DU Guangyuan, CHEN Zeshan, LÜ Bo, et al., 2026. *Pulling effect of clean energy development on the economic and social development of the Xizang region from the perspective of input-output linkages*[J]. *Resources & Industries*, 28(5): 49－59.

2. *China Institute of Water Resources and Hydropower Research*, *Beijing* 100038, *China*;
3. *School of Economics and Finance*, *Hohai University*, *Changzhou* 213200, *China*)

Abstract: Promoting clean energy substitution is vital for China's dual-carbon goals and green transition. This paper builds a multi-scale, multi-regional input-output (MRIO) model adapted to the Xizang Plateau to identify how clean energy base construction affects growth, employment and carbon emissions, and to clarify economic-ecological synergies. Using the 2017 input-output table from the China carbon accounting database, sectoral carbon inventories, and Xizang statistics, it preserves 42 local sub-sectors and measures direct and spillover effects of energy investment via output, value added, urban employment and emissions, with sensitivity tests. Results show that economic benefits are highly concentrated in the energy sector, contributing over 95% of output and value-added pull, with spillovers mainly to finance and business services, while weak industrial support limits manufacturing linkages. Employment effects are short-chained, with nearly 99% of new jobs in energy development, and modern services show high economic contribution but low employment absorption. Carbon emissions rise short-term, yet clean energy development offsets nearly half the potential increase relative to national average intensity. Overall, investment strengthens the energy pillar, boosts modern services, and shows strong low-carbon potential, but faces weak backward linkages and limited employment inclusiveness. Government should establish green electricity certification, capture cross-regional ecological premiums, guide social capital into clean energy-producer services integration, use low-cost green electricity to attract industry, cultivate local green clusters, and turn project dividends into inclusive regional development.

Key words: clean energy development; economic benefits; social impacts; environmental impacts; MRIO model

0 引言

推动清洁能源替代传统化石能源，是我国降低能源消费碳排放、实现“双碳”目标和促进经济社会绿色转型的内在要求。作为国家重要的清洁能源接续基地，西藏可再生能源禀赋突出，水能、太阳能与地热能储量均位居全国首位。到 2022 年，西藏清洁能源装机占比已达 93.3%，电力总装机规模达到 1 757 万 kW，并保持高速增长态势①。在积极落实国家能源发展战略和“西电东送”战略的过程中，如何使清洁能源产业更有效地服务于西藏经济社会发展，是亟待深入研讨的现实课题。《西藏自治区国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》明确提出，要着力推动包括清洁能源在内的七大产业高质量发展。《2022 年西藏自治区政府工作报告》也多次强调，将清洁能源产业培育为高原特色的支柱性产业。

在此背景下，西藏的清洁能源开发利用已经成为学术界高度关注的话题。谭继文（2019）全面阐释了西藏水电的发展历程、推进水电建设的战略意义以及战略部署。姚英全等（2022）、朱国平（2019）从资源禀赋、现存短板层面剖析清洁能源发展现状，并从资源勘查、项目配套、资金扶持等维度给出优化思路。王德勇（2018）、张立锋等（2020）根据西藏电网结构、电源分布及供需形势，结合能源资源特点，探讨了西藏电力的发展重点与建设实施规划工作环节中的特点。毛阳海等（2020）从新冠疫情复工复产角度，论证西藏补齐绿色清洁工业短板的必要性与可行性。李蕊（2023）从共同富裕视角，分析了西藏清洁能源基地的发展前景和制约因素，并提出了西藏清洁能源基地的发展途径。田茂德（2015）运用生态安全理论，详细阐述了西藏如何利用其新能源优势实现生态与经济的双赢。现有成果多以定性分析、宏观规划与个案分析为主，缺少利用系统性的量化模型对清洁能源投资的经济－环境综合效应进行精准测算与机理剖析，特别是从跨区域产业关联视角，揭示其经济效益与碳排放影响在具体部门间传导异质性的研究尚属空白。

放眼全球与国内跨区域清洁能源相关文献，Budzinski et al.（2024）提出能源系统模型与 MRIO

① 数据来源于西藏自治区统计局

模型耦合的评估框架，完善能源项目全周期经济环境测算方法；Siala et al.（2019）将电力系统优化与 MRIO 模型耦合，发现德国等国家在清洁能源转型中获得了大部分的附加值和就业增长，但部分间接碳排放和就业机会则“外溢”至中国等原材料供应国，体现了全球供应链中的“碳泄漏”现象；Wang et al.（2021a）通过 MRIO 与结构分解分析，认为印度应加强与发展中国家的合作，提高可再生能源消费效率，以应对需求驱动效应减弱的挑战；Zhang et al.（2022）以山西为例，构建了集成优化与多尺度投入产出模型，发现清洁能源和电动汽车的推广不仅促进了 GDP 增长，还有效降低了碳排放和大气污染；Wang et al.（2021b）针对京津冀城市群，利用多情景 MRIO 模型揭示了不同产业和城市间的碳排放转移路径，为区域协同减排和产业结构优化提供了决策支持；陈奕舒等（2026）证实，可再生能源的大规模发展与区域产业结构优化之间存在显著的长期动态互动与正向反馈机制，是推动经济体系向低碳、高效转型的核心动力。上述国内外研究普遍依托投入产出工具测算能源开发的多维外溢效应，同时证实不同区域因资源、产业基础差异存在明显效应分化，为本文模型构建与机制分析提供了参照。

综合现有文献，针对西藏清洁能源发展的研究多集中于宏观理念和发展方向，主要强调实现路径与未来目标，缺少针对清洁能源投资建设所产生的具体效应的分析。沈鹏（2019）论述了西藏清洁能源开发利用过程中给当地带来的经济、社会效益，米玛次仁等（2020）论述了清洁能源发展在替代煤电、维持丰枯期电力平衡等方面的环境效益，但相关论述都缺乏系统的量化数据实证支撑。针对这一不足，本文基于多区域投入产出表，从总产出、增加值、就业与碳排放 4 个维度展开测算，揭示西藏清洁能源基地建设的影响机理。

本文的边际贡献主要体现在 2 个方面：1）在研究视角上，突破了单一的经济或环境效益评估框架，构建了一个能够同时刻画清洁能源投资经济与环境双重效应的整合性分析范式。这不仅系统揭示了能源投资在部门间的异质性，更重要的是，厘清了经济发展与碳减排在西藏的协同与权衡关系，为理解高原地区的绿色转型路径提供了新的理论见解。2）在方法论与应用层面，本文创新性地将中国多区域投入产出模型应用于西藏，通过模拟能源投资的溢出与反馈效应，实现了对总产出、增加值、就业及碳排放等多维指标的“药理”性定量测算。这一方法的应用，有效克服了既往研究偏重宏观“药方”而缺乏微观“药理”支撑的局限，为高精度、结构化评估区域性能源政策提供了可靠的分析工具和案例证据。

1　研究方法与数据

1.1　多区域投入产出模型

相较于单区域投入产出表，多区域投入产出表能够更全面地揭示不同地区之间的产业联系与要素流动。结合西藏经济体量小、产业门类相对单一的区域特征，构建分层多尺度投入产出表（表 1），对西藏内部细化拆分出 42 个产业以精准刻画本地产业链，对国内其他区域做聚合简化处理，突出能源投资对西藏本地经济系统的传导作用。

针对西藏 i 部门的总产出，可构建以下平衡关系

$$X_i = \sum_{j=1}^{42} Z_{ij} + Z_{if} + Y_i \,, \tag{1}$$

表 1　多尺度投入产出表

Table 1　Multi-scale input-output table

投入	部门	中间需求				最终消费			总产出
		部门 1	…	部门 n	外部	消费	投资	出口	
中间投入	部门 1	Z_{11}	…	Z_{1n}	Z_{1f}	C_1	I_1	EX_1	X_1
	⋮	⋮		⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	部门 n	Z_{n1}	…	Z_{nn}	Z_{nf}	C_n	I_n	EX_n	X_n
	外部	Z_{f1}	…	Z_{fn}	Z_{ff}	C_f	I_f	EX_f	X_f
增加值		V_1	…	V_n	V_f				
总投入		X_1	…	X_n	X_f				

式中：X_i为 i 部门的总产出；Z_{ij}为西藏 j 部门的生产活动需要消耗的 i 部门产品的投入量；Z_{if}为省外生产活动需要消耗的西藏 i 部门产品的投入量；Y_i为对 i 部门产品的最终需求，包括消费、投资和出口。

定义西藏 j 部门对 i 部门的直接消耗系数为

$$a_{ij} = Z_{ij}/X_j 。 \tag{2}$$

推导区域整体矩阵平衡方程为

$$\boldsymbol{X} = \boldsymbol{AX} + \boldsymbol{Y} = (\boldsymbol{I} - \boldsymbol{A})^{-1}\boldsymbol{Y}, \tag{3}$$

式中：$\boldsymbol{X}$ 为总产出矩阵；$\boldsymbol{A}$ 为直接消耗系数矩阵；$\boldsymbol{Y}$ 为本地和省外的最终需求。

将其扩展成如下矩阵形式

$$\begin{bmatrix} X_1 \\ \vdots \\ X_n \\ X_f \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1-a_{11} & \cdots & -a_{1n} & -a_{1f} \\ \vdots & & \vdots & \vdots \\ -a_{n1} & \cdots & 1-a_{nn} & -a_{nf} \\ -a_{f1} & \cdots & -a_{fn} & 1-a_{ff} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y_1 \\ \vdots \\ Y_n \\ Y_f \end{bmatrix} 。 \tag{4}$$

1.1.1 总产出拉动量

基于（4）式提供的定量关系，可以计算出某种最终需求变动量所拉动的西藏部门总产出变动量（张金珠等，2021）。其中，对西藏总产出的整体拉动效应可以通过部门总产出拉动效应加总获得。各部门的总产出变化量为

$$\begin{bmatrix} \Delta X_1 \\ \vdots \\ \Delta X_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1-a_{11} & \cdots & -a_{1n} & -a_{1f} \\ \vdots & & \vdots & \vdots \\ -a_{n1} & \cdots & 1-a_{nn} & -a_{nf} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta Y_1 \\ \vdots \\ \Delta Y_n \\ \Delta Y_f \end{bmatrix} 。 \tag{5}$$

1.1.2 增加值拉动量

由于总产值包括了转移价值的多次重复计算，因此本研究进一步考察能源投资对西藏增加值的拉动情况，以确切地反映生产的规模和速度变化情况。各部门增加值变化量的计算公式为

$$\begin{bmatrix} \Delta V_1 \\ \vdots \\ \Delta V_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_1^{\mathrm{v}} & \cdots & 0 \\ \vdots & & \vdots \\ 0 & \cdots & R_n^{\mathrm{v}} \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 1-a_{11} & \cdots & -a_{1n} & -a_{1f} \\ \vdots & & \vdots & \vdots \\ -a_{n1} & \cdots & 1-a_{nn} & -a_{nf} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta Y_1 \\ \vdots \\ \Delta Y_n \\ \Delta Y_f \end{bmatrix}, \tag{6}$$

式中 R^{v} 为增加值系数，即单位产出带来的增加值数额。

1.1.3 就业拉动量

充分就业是经济发展的基础与前提，因此本研究进一步考察能源投资对西藏各部门就业的拉动效应。各部门就业人口变化量的计算公式为

$$\begin{bmatrix} \Delta E_1 \\ \vdots \\ \Delta E_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_1^{\mathrm{e}} & \cdots & 0 \\ \vdots & & \vdots \\ 0 & \cdots & R_n^{\mathrm{e}} \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 1-a_{11} & \cdots & -a_{1n} & -a_{1f} \\ \vdots & & \vdots & \vdots \\ -a_{n1} & \cdots & 1-a_{nn} & -a_{nf} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta Y_1 \\ \vdots \\ \Delta Y_n \\ \Delta Y_f \end{bmatrix}, \tag{7}$$

式中 R^{e} 为就业系数，即单位产出需要的就业人数。

1.1.4 碳排放拉动量

发展经济不能以牺牲环境为代价，基于能源投资对碳排放的拉动效应考察西藏能源投资的环境影响。各部门碳排放变化量的计算公式为

$$\begin{bmatrix} \Delta C_1 \\ \vdots \\ \Delta C_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_1^{\mathrm{c}} & \cdots & 0 \\ \vdots & & \vdots \\ 0 & \cdots & R_n^{\mathrm{c}} \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 1-a_{11} & \cdots & -a_{1n} & -a_{1f} \\ \vdots & & \vdots & \vdots \\ -a_{n1} & \cdots & 1-a_{nn} & -a_{nf} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta Y_1 \\ \vdots \\ \Delta Y_n \\ \Delta Y_f \end{bmatrix}, \tag{8}$$

式中 R^{c} 为碳排放系数，表示单位产出需要排放的二氧化碳。

1.2 数据来源及处理

本研究使用的 2017 年多区域投入产出表与西藏各部门碳排放数据均取自中国碳核算数据库（CEADs）。西藏各部门总产出与增加值数据是基于投入产出表测算得到，城镇就业数据取自国家统计局。能源投资相关数据来自 2018 年《西藏年鉴》，西藏火电、水电及其他清洁能源发电规模数据来源于 1996—2021 年《中国能源统计年鉴》。鉴于城镇就业人口的行业统计口径与投入产出表的部门分类存在差异，对投入产出表中的工业部门进行归并处理，统一为采矿业、制造业、电力热力燃气及水生产和供应业、建筑业 4 类。在此基础上，总产出、增加值与碳排放的拉动量按表 2 所示的 42 部门分类进行测算，而就业人口拉动量按表 2 所列的 19 部门划分计算。

表 2　42 部门分类与 19 部门归并类别的对应关系

Table 2　Correspondence between the 42-sector classification and the 19 merged sector categories

序号	42 部门名称	序号	19 部门名称
1	农林牧渔产品和服务	1	农林牧渔产品和服务
2	煤炭采选产品	2	采矿业
3	石油和天然气开采产品		
4	金属矿采选产品		
5	非金属矿和其他矿采选产品		
6	食品和烟草	3	制造业
7	纺织品		
8	纺织、服装、鞋帽、皮革、羽绒及其制品		
9	木材加工品和家具		
10	造纸、印刷和文教、体育用品		
11	石油、炼焦产品和核燃料加工品		
12	化学产品		
13	非金属矿物制品		
14	金属冶炼和压延加工品		
15	金属制品		
16	通用设备		
17	专用设备		
18	交通运输设备		
19	电气机械和器材		
20	通信设备、计算机和其他电子设备		
21	仪器仪表		
22	其他制造产品		
23	废品废料		
24	金属制品、机械和设备修理服务		
25	电力、热力的生产和供应	4	电力、热力、燃气及水生产和供应业
26	燃气的生产和供应		
27	水的生产和供应		
28	建筑	5	建筑
29	批发和零售	6	批发和零售
30	交通运输、仓储和邮政	7	交通运输、仓储和邮政
31	住宿和餐饮	8	住宿和餐饮
32	信息传输、软件和信息技术服务	9	信息传输、软件和信息技术服务
33	金融	10	金融
34	房地产	11	房地产
35	租赁和商务服务	12	租赁和商务服务
36	科学研究和技术服务	13	科学研究和技术服务
37	水利、环境和公共设施管理	14	水利、环境和公共设施管理
38	居民服务、修理和其他服务	15	居民服务、修理和其他服务
39	教育	16	教育
40	卫生和社会工作	17	卫生和社会工作
41	文化、体育和娱乐	18	文化、体育和娱乐
42	公共管理、社会保障和社会组织	19	公共管理、社会保障和社会组织

2 结果与讨论

2.1 西藏的能源生产特征及演变

总体来看，1995—2013 年西藏能源生产处于缓慢增长阶段，年均增速约为 10.47%；2013 年后依托西电东送与清洁能源基地政策进入高速扩张阶段，年均增速提升至 17.37%。从能源结构来看，水力发电始终占据主导地位（图 1），约占总发电量的 80%，部分年份甚至接近 90%，水力发电的增长曲线与能源生产总量的变化趋势高度吻合。西藏拥有得天独厚的自然资源禀赋，作为“亚洲水塔”，其水能资源蕴藏量位居全国首位，为水电的大规模开发提供了物质基础。近年来，以太阳能、风能为代表的其他清洁能源形式虽占比较小，但发展迅速，这与西藏有意识地推动能源结构的多元化与互补化有关，一方面是为了充分利用其同样丰富的太阳能与风能资源，另一方面也是为了构建水风光多能互补的综合能源体系，以应对水电固有的季节性波动，提升能源系统的稳定性和韧性。

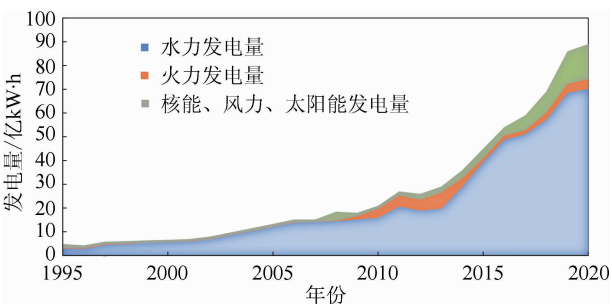


图 1 西藏能源生产总量及结构

Fig. 1 Total energy production and structure in Xizang

2.2 西藏清洁能源基地建设的经济效益

2017 年西藏能源投资对当地总产出拉动规模达 305.91 亿元，其中电力、热力生产与供应业产出拉动 291.29 亿元，占比 95.22%（图 2a），而其他非能源部门的上涨幅度较小，这揭示了投资的直接效益主要在能源部门内部循环和累积，形成了强大的自我驱动增长模式。对西藏第二产业其他部门的传导效应微弱，其根本原因在于西藏本地缺乏配套的重工业和高端制造业，能源项目建设所需的大量装备、材料需从区外采购，导致产业链的后向关联效应未能充分在本地实现，形成了经济效益的“漏出”。

能源投资对第三产业，尤其是金融、房地产、租赁和商务服务等现代服务业，有显著拉动作用（图 2b）。这一现象背后存在着清晰的经济逻辑和传导机制。首先，大规模的能源基础设施建设本质上是资本密集型投资，其启动和运营需要巨额的资金支持，直接催生了对金融业的信贷、保险、投资和结算等服务的巨大需求，构成了“产业－金融”共生驱动的核心路径。其次，大型工程的建设周期长、人员流动大，必然伴随着对本地生活性和生产性服务的需求扩张。这不仅直接带动了交通运输、仓储和邮政业的增长，更通过项目团队的入驻和相关商务活动的开展，刺激了房地产以及租赁与商务服务业的发展。因此，西藏清洁能源投资的经济拉动并非通过传统的工业反哺模式，而是走出了一条以大型项目投资为牵引，直接撬动和培育现代服务业发展的独特路径。这表明，在特定产业结构下，能源基地建设不仅是能源产出的增加，更成为推动区域第三产业升级和经济结构优化的重要外部驱动力。

经济增加值是衡量经济运行情况的核心指标之一，可以反映出整个经济增长过程中的分配结果。2017 年西藏能源投资拉动当地增加值 161.27 亿元，电力、热力生产与供应业增加值贡献 154.2 亿元，占比 95.61%（图 3a）。服务业依旧是主要外溢受益板块，金融业增加值提升 4.54 亿元，房地产、商务服务同步小幅增长（图 3b）。从三次行业分类来看，与总产出拉动作用相似，能源投资主要拉动能源部门自身的增加值，对其他部门的增加值拉动作用主要体现在第三产业，其次是第一产业，最后才是其他工业部门。

2.3 西藏清洁能源基地建设的社会效益

用能源投资对城镇就业人口的拉动量来表示其社会效益。2017 年能源投资累计新增城镇就业人口 12.29 万人，其中，电力、热力、燃气及水生产和供应业吸纳 12.22 万人，占总新增就业的 98.97%（图 4a）。这表明西藏清洁能源基地主要的社会效益是通过项目建设和运营本身所产生的直接与间接用工需求来实现的，就业的传导链条短，大部分就业机会被锁定在了能源行业自身。

通过对比前后研究结果不难发现，社会效益与

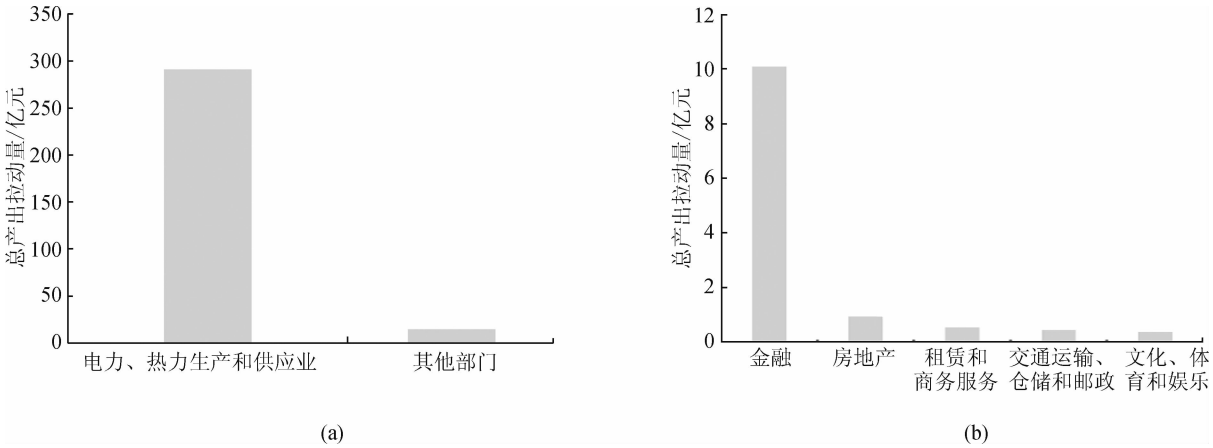


图 2　能源投资对西藏主要部门的总产出拉动量

Fig. 2　Pulling effect of energy investment on total output of major sectors in Xizang

注：图 2(a) 中“其他部门”指 42 部门分类中除电力、热力生产和供应业外的所有部门；图 2(b) 展示了“其他部门”中总产出拉动量排名前五的部门。

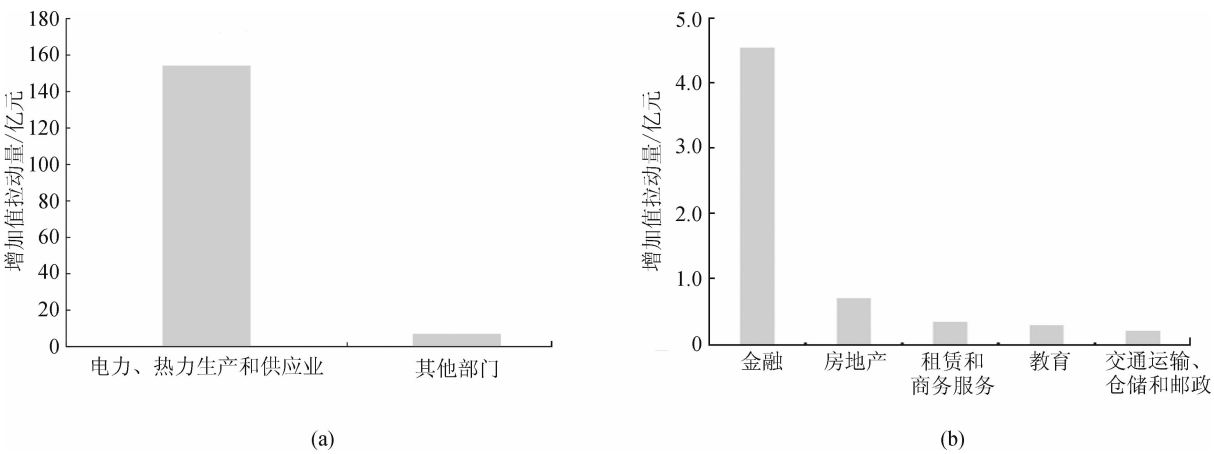


图 3　能源投资对西藏主要部门的增加值拉动量

Fig. 3　Pulling effect of energy investment on value added of major sectors in Xizang

注：图 3(a) 中“其他部门”指 42 部门分类中除电力、热力生产和供应业外的所有部门；图 3(b) 展示了“其他部门”中增加值拉动量排名前五的部门

前述经济效益的传导路径之间存在显著背离。金融、房地产、租赁和商务服务等第三产业部门均获得了显著的产出与增加值拉动，然而其在就业拉动方面却表现平平，例如金融业仅增加了不到 600 个岗位（图 4b）。这种高经济贡献、低就业吸纳是由现代服务业的内在属性决定的。金融、商务服务等行业本质上是资本和知识密集型行业，其产值增长更多依赖于少数高技能人才和大规模的资本运作，而非劳动力的等比例投入。能源项目带来的巨额投融资活动能创造巨大的金融产值，但并不会相应地创造大规模的银行柜员或客户经理岗位，其劳动生产率远高于劳动密集型产业。因此，能源投资的经济效益向这些服务业传导是顺畅的，但这一传导路径在创造社会就业岗位时却出现了显著的衰减。

能源投资对交通运输、房地产、租赁等行业的就业拉动作用同样不明显，这与这些行业在当地城镇就业体系中占比较低的现状有关，但更深层的原因在于其服务模式。这些部门为能源项目提供的服务往往是专业化、阶段性的，难以形成持续、广泛的就业吸纳能力。另外，对第一产业微弱的就业拉动效应则清晰地反映了城乡二元结构的现实。总而言之，西藏清洁能源基地的社会效益高度内聚于项目本身，其向外围产业的就业溢出效应受到现代服务业高知识门槛和城乡分割的双重制约，这为如何将重大项目的“点状”社会效益转化为区域发展的“面状”普惠性成果，提出了深刻的政策挑战。

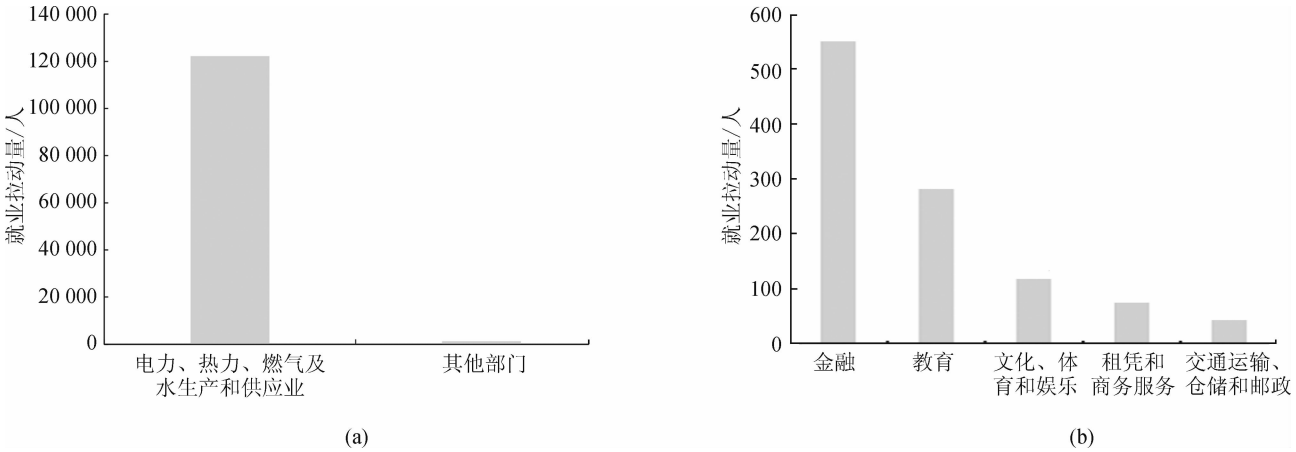


图 4 能源投资对西藏主要部门的城镇就业拉动量

Fig. 4 Pulling effect of energy investment on urban employment in major sectors of Xizang

注：图 4(a) 中“其他部门”指 19 部门分类中除电力、热力生产和供应业外的所有部门；图 4(b) 展示了“其他部门”中总产出拉动量排名前五的部门

2.4 西藏清洁能源基地建设的环境影响

虽然西藏的清洁能源占比非常高，但从二氧化碳拉动量来看，西藏能源投资依然对当地产生了一定的负面影响，主要表现为水电气行业的碳排放量增加。西藏能源投资以电力投资为主，对水电、光伏发电等清洁能源来说，虽然其自身发电过程中几乎不产生碳排放，但是在工程建设开发过程中使用的原材料与外部电力难免会产生额外的碳排放。如表 3 所示，能源投资共计拉动西藏碳排放总量增加 10.94 万 t，其中电力、热力生产和供应业增加了 10.92 万 t 的碳排放，占比达 99.83%。其次是信息传输、软件和信息技术服务业，其碳排放在能源投资的拉动作用下增加了 33.63 t。金融业，文化、体育和娱乐业，房地产业，租赁和商务服务业的碳排放增加量的排名也较为靠前。由于工业基础薄弱，能源投资对其他第二产业部门的碳排放拉动作用是比较小的。第一产业碳排放受到的拉动作用同样较小，这可能因为第一产业本身对化石能源的依赖较小，碳排放强度较低。

为了更清楚地展示西藏清洁能源开发带来的潜在减排效应，还测算了当西藏的部门碳排放强度处于全国平均水平时，能源投资会拉动的碳排放增加量。如表 3 所示，在中国平均碳排放强度的假设条件下，同等投资将新增 23.12 万 t 碳排放量，这相当于比实际多排放了接近一倍的二氧化碳，也就是说，西藏的清洁能源开发可规避近一半的潜在碳增量。

表 3 能源投资对西藏各部门的碳排放拉动量

Table 3 Pulling effect of energy investment on carbon emissions of sectors in Xizang

t

部门	全国平均强度下的拉动量	实际强度下的拉动量
电力、热力的生产和供应	231 143.09	109 188.73
信息传输、软件和信息技术服务	20.91	33.63
交通运输、仓储和邮政	14.66	29.09
金融	17.98	24.43
文化、体育和娱乐	4.81	19.39
住宿和餐饮	8.14	14.85
总计	231 223.06	109 376.09

从分部门的对比来看，在中国平均碳排放强度假设条件下，电力、热力的生产和供应业会排放 23.11 万 t 二氧化碳，占比 99.97%，贡献了几乎全部的碳排放增量。这也表明西藏能源部门的实际碳排放强度只有全国平均水平的一半，清洁程度较高。第一产业的情况与能源部门较为类似，实际碳排放拉动量要远小于平均假设下的碳排放拉动量，表明西藏农业较低的碳排放强度。而对于第三产业部门而言，情况正好相反，第三产业各部门的碳排放强度是显著高于全国部门平均水平的，导致在中国平均碳排放强度假设条件下，第三产业部门因为能源投资拉动的碳排放量是要远大于实际情况的。但第三产业相对较少的碳排放量使得其并没有显著影响西藏实际碳排放总量。

2.5　稳健性分析

为增强研究结论的可靠性，对关键参数的敏感性进行检验。鉴于能源部门在拉动效应中的绝对主导地位，设定对其就业系数与碳排放系数分别施加 ±20% 的扰动，其余部门保持不变，以模拟系数的合理波动范围。结果如表 4 所示。

检验结果显示，能源部门的核心作用高度稳健。在基准情景下，电力、热力、燃气及水生产和供应业贡献了 98.97% 的城镇就业拉动量；电力、热力生产和供应业碳排放占比更是高达 99.83%（实际强度）和 99.97%（全国平均强度）。即使在 ±20% 的扰动下，其占比波动幅度不超过 0.5%，表明研究结论对参数设定不敏感。

表 4　能源投资拉动效应的稳健性检验结果

Table 4　Robustness test results of the pulling effect of energy investment

指标	部门	基准（占比/%）	增加 20%（占比/%）	减少 20%（占比/%）
就业拉动量/人	电力、热力、燃气及水生产和供应	122 221（98.97）	146 666.00（99.14）	97 777（98.71）
	金融	551.00（0.45）	551.00（0.37）	551（0.56）
	教育	282.00（0.23）	282.00（0.19）	282（0.28）
	文化、体育和娱乐	118.00（0.10）	118.00（0.08）	118（0.12）
	租赁和商务服务	75.00（0.06）	75.00（0.05）	75（0.08）
	交通运输、仓储和邮政	43.00（0.03）	43.00（0.03）	43（0.04）
全国平均强度下碳排放拉动量/t	电力、热力生产和供应	231 143.09（99.97）	277 371.71（99.97）	184 914.47（99.96）
	信息传输、软件和信息技术服务	20.91（0.01）	20.91（0.01）	20.91（0.01）
	交通运输、仓储和邮政	14.66（0.01）	14.66（0.01）	14.66（0.01）
	金融	17.98（0.01）	17.98（0.01）	17.98（0.01）
	住宿和餐饮	8.14（0.00）	8.14（0.00）	8.14（0.00）
	文化、体育和娱乐	4.81（0.00）	4.81（0.00）	4.81（0.00）
实际强度下碳排放拉动量/t	电力、热力的生产和供应	109 188.73（99.83）	131 026.48（99.86）	87 350.99（99.79）
	信息传输、软件和信息技术服务	33.63（0.03）	33.63（0.03）	33.63（0.04）
	交通运输、仓储和邮政	29.09（0.03）	29.09（0.02）	29.09（0.03）
	金融	24.43（0.02）	24.43（0.02）	24.43（0.03）
	文化、体育和娱乐	19.39（0.02）	19.39（0.01）	19.39（0.02）
	住宿和餐饮	14.85（0.01）	14.85（0.01）	14.85（0.02）

非能源部门的受益格局稳定。无论扰动方向如何，前五大非能源受益部门始终集中于现代服务业：就业方面依次为金融、教育、文化体育和娱乐、租赁和商务服务、交通运输仓储和邮政；碳排放方面则为信息传输软件和信息技术服务、交通运输仓储和邮政、金融、文化体育和娱乐及住宿和餐饮。这反映出西藏清洁能源投资通过产业链关联，对第三产业形成了持续且稳定的溢出效应。

非能源部门的绝对拉动量在参数扰动中保持不变，其占比变化仅源于总拉动量分母的调整，属于数理统计层面的常规波动，不影响核心判断结果。例如，金融业在就业中的占比虽在 0.37% ~0.56% 的区间内变化，但始终在非能源部门中占据首位。

综上，本文“清洁能源投资效益高度集中于能源部门，同时显著带动现代服务业发展”这一核心发现，在不同参数情景下均保持稳健，进一步证实西藏能源开发对区域经济社会系统产生的联动效应具有可靠性，可为相关政策制定提供参考。

3　结论及政策建议

本文基于 2017 年中国多区域投入产出表和分行业的城镇就业数据、碳排放数据，评估了西藏能源投资给当地各部门带来的经济效益、社会效益和

环境影响。

1）经济效益方面，西藏能源投资显著促进了电力、热力生产与供应业的总产出和增加值增长，同时在一定程度上带动了金融业、房地产业、租赁和商务服务业以及交通运输、仓储和邮政业等第三产业的发展。这种多部门联动效应有助于西藏加快产业结构转型与升级，推动区域经济高质量、可持续发展。

2）社会效益方面，能源投资对电力、热力、燃气及水生产和供应业的城镇就业带动作用最为显著，就业贡献占比高达 98.97%。在第三产业中，对金融业、教育业、文化体育和娱乐业的就业促进作用较为显著，但对房地产业、租赁和商务服务业、交通运输仓储和邮政业等服务业部门，以及第一产业的就业带动效果相对较小。

3）环境影响方面，西藏能源投资不可避免地增加了当地环境压力，导致碳排放量上升。其中，电力和热力生产与供应业是核心碳排放主体，碳排放因投资拉动增加了 1 222.21 万 t，占比高达 99.83%。这主要源于西藏能源投资高度集中于电力领域。然而，与全国平均碳排放强度相比，西藏依托清洁能源开发，有效抵消了近一半的碳排放增量，碳排放管控成效显著，凸显了清洁能源投资在实现经济增长与环境保护双重目标中的潜力。

基于上述经济、社会、环境效应分析，本文从政府宏观调控、行业转型升级两个维度，提出了相应的政策建议。

1）政府层面。首先，西藏应把握能源转型的战略机遇期，稳步推进能源基础设施建设和自然资源合理开发，推动清洁能源相关产业的优化与升级。在制定投资决策时，不应以经济效益为唯一标准，而应兼顾社会效益与环境效益，从而实现经济增长与生态保护的协同发展。其次，政府可利用产业内部关联效应和跨产业转移效应，引导外部投资更多流向低碳化、绿色化的产业结构方向，优先支持那些能最大限度带动本地金融、商务服务、交通运输等高关联度第三产业协同发展的项目，推动当地技术进步与产业升级。这不仅能够增强西藏的区域产业竞争力和可持续发展能力，也与国家低碳经济和绿色发展战略高度契合。最后，政府可以联合国家权威机构，建立并推广“西藏清洁电力”的绿色认证体系，使源自西藏的清洁电力在跨区域交易中获得环境溢价。同时，吸引碳足迹敏感型高科技、大数据等绿色高端产业落户西藏，将本地的清洁能源优势直接转化为吸引高端产业和人才的优势，从而实现主动创收。

2）行业层面。首先，西藏能源投资具有显著的产业联动效应，能够促进能源行业与生产性服务业的融合发展。因此，应适度加大对生产性服务业的投资，推动其与清洁能源产业的深度耦合，实现互利共赢与可持续发展。例如，由大型能源企业牵头，成立或入股专门服务于清洁能源项目的本地财务公司、设备租赁公司和运维服务公司。其次，针对电力、热力等行业投资扩张带来的碳排放增量问题，加快推进重点能源行业的绿色转型。通过提升能源开发与利用效率，优化能源生产和消费结构，引入节能技术和清洁生产工艺，推动能源体系向绿色、低碳和高效方向转变。最后，考虑到西藏工业基础相对薄弱，难以成为能源投资直接拉动的主要增长点，应在生态环境保护前提下，利用最具竞争力的绿电资源，作为与目标产业谈判的筹码，实现“以电引产”，培育具有西藏特色的现代绿色工业集群。适度补齐工业短板，精准承接高附加值、低碳排、低能耗的优质产业，推动高端绿色产业集聚发展，为西藏区域经济的可持续发展奠定坚实基础。

参考文献

陈奕舒，张心悦，潘玲颖，2026. 可再生能源与产业结构优化的动态互动：基于 VAR 模型的实证研究[J]. 资源与产业，28(3)：77-88.〔Chen Yishu，Zhang Xinyue，Pan Lingying，2026. A dynamic interaction between renewable energy and industrial structural optimization based on VAR model[J]. Resources & Industries，28(3)：77-88.〕

李蕊，2023. 共同富裕视角下西藏清洁能源基地建设路径探讨[J]. 西藏科技(3)：28-34.

毛阳海，苏婕，2020. 疫情过后西藏补齐绿色清洁工业短板的必要性和可行性分析[J]. 西藏民族大学学报(哲学社会科学版)，41(3)：13-19.〔Mao Yanghai，Su Jie，2020. Necessity and feasibility of strengthening green and clean industry in Tibet after the epidemic[J]. Journal of Xizang Minzu University(Philosophy and Social Sciences Edition)，41(3)：13-19.〕

米玛次仁，牛小春，姚亮，等，2020. 西藏地区可再生能源的典型应用及其发展趋势[J]. 电气时代(10)：22-24，35.

沈鹏，2019. 论西藏水电开发对优化国家能源结构及促进西藏经济发展的意义[J]. 水力发电，45(2)：18-20.〔Shen Peng，2019. The significance of Tibet's hydropower development to optimize national energy structure and promote Tibet's economic development[J]. Water Power，45(2)：18-20.〕

谭继文，2019. 促进雪域高原经济社会环境协调发展 推进能源绿色革命，保障国家能源安全：西藏水电发展历程和发展展望[J]. 水力发电，45(2)：29-34.〔Tan Jiwen，2019. Promoting coordinated economic，social and environmental development in

snowy plateau, advancing green energy revolution and guaranteeing national energy security: The development history and prospect of Tibet hydropower[J]. Water Power, 45(2): 29-34.〕

田茂德, 2015. 基于生态安全视角下新能源在西藏的开发和利用[J]. 西藏发展论坛(3): 42-45.

王德勇, 2018. 浅述西藏水电工程开发与建设实施规划的特点[J]. 水力发电, 44(8): 57-60.〔Wang Deyong, 2018. The characteristics of hydropower development and planning in Tibet[J]. Water Power, 44(8): 57-60.〕

姚英全, 么伦强, 2022. 新形势下西藏清洁能源发展与思考[J]. 山西化工, 42(9): 70-72.〔Yao Yingquan, Yao Lunqiang, 2022. Development and consideration of clean energy in Tibet under the new situation[J]. Shanxi Chemical Industry, 42(9): 70-72.〕

张金珠, 赵欣, 刘宇, 等, 2021. 中国对"一带一路"沿线国家能源投资的经济与环境效应研究[J]. 科技促进发展, 17(1): 42-51.〔Zhang Jinzhu, Zhao Xin, Liu Yu, et al., 2021. The economic and environmental impacts of China's energy investment on countries along the "Belt and Road"[J]. Science & Technology for Development, 17(1): 42-51.〕

张立锋, 何志强, 张金枝, 2020. 西藏"十四五"电力发展重点探讨[J]. 中国电力, 53(11): 111-115, 138.〔Zhang Lifeng, He Zhiqiang, Zhang Jinzhi, 2020. Discussion on focus of power development in Tibet during the 14th Five-Year Plan[J]. Electric Power, 53(11): 111-115, 138.〕

朱国平, 2019. 西藏清洁能源开发利用的思考[J]. 经济研究导刊(5): 59-61, 143.

Budzinski M, Wood R, Zakeri B, et al., 2024. Coupling energy system models with multi-regional input-output models based on the make and use framework: Insights from MESSAGEix and EXIOBASE[J]. Economic Systems Research, 36(4): 1-19.

Siala K, De La Rúa C, Lechón Y, et al., 2019. Towards a sustainable European energy system: Linking optimization models with multi-regional input-output analysis[J]. Energy Strategy Reviews, 26: 100391.

Wang P P, Li Y P, Huang G H, et al., 2021a. A multi-scenario factorial analysis and multi-regional input-output model for analyzing CO_2 emission reduction path in Jing-Jin-Ji region[J]. Journal of Cleaner Production. doi: 10.1016/j.jclepro.2021.126782.

Wang Qiang, Liu Yi, 2021b. India's renewable energy: New insights from multi-regional input output and structural decomposition analysis[J]. Journal of Cleaner Production. doi: 10.1016/j.jclepro.2020.124230.

Zhang Jinbo, Liu Lirong, Xie Yulei, et al., 2022. An integrated optimization and multi-scale input-output model for interaction mechanism analysis of energy-economic-environmental policy in a typical fossil-energy-dependent region[J]. Energy Strategy Reviews. doi: 10.1016/j.esr.2022.100947.