

大型清洁能源企业合作网络结构的研究

——以青海省为例

王宝淇¹, 文艳艳²

¹青海民族大学经济与管理学院, 青海 西宁

²青海理工学院商学院, 青海 西宁

收稿日期: 2024年7月9日; 录用日期: 2024年8月6日; 发布日期: 2024年9月9日

摘要

随着我国经济的迅速发展, 对于清洁能源项目规模的扩大愈发重视, 尤其是在青海地区, 它不仅对生态环境起到一定的保护作用, 而且对于社会的发展也有着不可替代的影响。本文通过构建清洁能源企业网络, 将搜集到的数据进行具象化的处理, 用Gephi做出网络图, 将清洁能源企业整合成网络架构体系并进行统计分析, 通过研究发现, 清洁能源企业具有一定的相关关系, 形成一定程度上的聚集, 各企业间的联系比较密切。通过网络的方法, 进一步理解清洁能源企业之间的联系, 以帮助清洁能源企业做出正确的判断与决策, 从而做出较为正确的选择并且建立更加完善的网络体系。

关键词

清洁能源, 网络化分析, 企业网络, 青海省

Research on the Cooperative Network Structure of Large-Scale Clean Energy Enterprises

—A Case Study of Qinghai

Baoqi Wang¹, Yanyan Wen²

¹School of Economics and Management, Qinghai Nationalities University, Xining Qinghai

²Business School of Qinghai Institute of Technology, Xining Qinghai

Received: Jul. 9th, 2024; accepted: Aug. 6th, 2024; published: Sep. 9th, 2024

文章引用: 王宝淇, 文艳艳. 大型清洁能源企业合作网络结构的研究[J]. 可持续发展, 2024, 14(9): 2234-2248.

DOI: 10.12677/sd.2024.149256

Abstract

With the rapid development of China's economy, there is an increasing emphasis on the expansion of clean energy projects, especially in the Qinghai region. This is not only beneficial for the protection of the ecological environment but also irreplaceable for social development. This paper constructs a clean energy enterprise network, processing the collected data concretely, and using Gephi to create a network diagram. The clean energy enterprises are integrated into a network architecture system for statistical analysis. The study finds that there are certain correlations among clean energy enterprises, forming a degree of aggregation, and the connections between enterprises are relatively close. Through the method of networking, we can further understand the relationships between clean energy enterprises, help them make correct judgments and decisions, thus make more accurate choices, and establish a more comprehensive network system.

Keywords

Clean Energy, Network Analysis, Enterprise Network, Qinghai Province

Copyright © 2024 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

清洁能源产业的发展对实现“双碳”目标、推动经济社会可持续发展具有重要意义。青海省作为中国清洁能源资源富集区,其清洁能源产业具有巨大的发展潜力。然而,青海省清洁能源企业之间的合作现状尚不明确,企业间合作网络结构及其对企业发展的影响缺乏深入研究。

为了更好地理解青海省清洁能源企业之间的合作关系,本文将构建清洁能源企业合作网络,并分析其结构特征和发展趋势。通过可视化网络图和统计分析方法,深入分析企业间合作关系、合作模式以及网络结构对企业发展的影响,并提出促进清洁能源企业合作网络发展的建议。本文将为青海省清洁能源企业优化合作策略、构建更加完善的合作网络体系、推动清洁能源产业的高质量发展提供理论支撑和实践指导。

2. 文献回顾

2.1. 研究背景

随着全球经济的快速发展,对清洁能源[1]的需求日益增长,特别是在青海省这样的地区,拥有丰富的自然资源和战略意义。清洁能源不仅对生态环境保护至关重要,也是推动社会可持续发展的关键因素。然而,清洁能源产业的发展并非孤立进行,企业间的合作网络在其中扮演着至关重要的角色。

我国正处在能源转型[2]的关键时期,清洁能源替代化石能源已成为国家战略。青海省凭借其独特的地理和资源优势,成为清洁能源发展的前沿阵地。在这一背景下,研究青海省清洁能源企业合作网络的结构和动态,对于理解清洁能源产业的发展趋势、优化产业布局、推动政策制定具有重要意义。此外,随着“双碳目标”的提出,清洁能源企业面临着新的机遇和挑战,深入分析其合作网络将为实现碳中和目标提供策略支持。

“十四五”规划指出,应因地制宜推动北方地区清洁取暖,落实2030年应对气候变化国家自主贡献

目标,完善能源消费总量和强度双控制度,重点控制化石能源消费[3]。青海特殊而敏感的生态环境与“三个最大”省情定位决定了青海利用富集的清洁能源资源禀赋,发展生物质能、风能、光伏等清洁能源产业是青海回应全球可持续转型发展的必由之路[4]。

2.2. 研究现状

关于企业合作网络的研究,学者们已经取得了一定的成果。他们普遍认为,企业合作网络是由多个企业之间通过合作协议、合资、并购等方式形成的相互联系和依赖的网络结构,其特征包括节点(企业)、边(企业间合作关系)、网络密度、平均路径长度、聚类系数等。此外,影响企业合作网络的因素包括资源互补性、技术相似性、地理位置、组织文化、政府政策等。尽管在国际复杂工程项目[5]中,企业合作网络规模不断扩大,但其密度和合作深度并未显著增长。

企业合作网络对企业绩效具有积极影响,可以提升创新绩效、增强市场竞争力、降低交易成本、促进企业成长。目前,学者们主要采用社会网络分析法、案例分析法、计量经济学方法等对企业合作网络进行分析,但仍存在一些不足,例如缺乏对动态演化的研究、研究对象集中在大型企业、研究方法相对单一等。20世纪70年代社会网络分析被引入管理学领域,从社会网络角度研究组织与管理问题成为管理学研究中发展最快的领域之一。花江峰等人提出,通过社会网络分析风电企业合作强度,有助于理解合作关系的演化,强调了企业间合作的多样性和相对性[6]。王莉等人认为,合作网络能提升企业的创新和竞争力,但同时指出合作中存在资源共享和信任风险,区块链技术可能提供解决方案[7]。科学合作网络的广度和强度均对技术创新绩效有正向影响,关系广度促进合作伙伴扩展性[8],关系强度增强稳定性。

沈文欣等人指出,合作与竞争网络相互促进,项目团队的合作网络具有自组织性和集团化特征[9]。区域合作专利网络[10]有助于揭示高新技术企业的深层次合作关系,在网络化创新环境下,多数企业不仅构建以自我为中心的创新联盟,而且还嵌入在连接多个创新联盟的更广泛的产业创新网络中[11]。而数字化赋能[12]则深化了企业间的合作行为,提升了网络权力和能力。企业通过建立长期稳定的合作关系,拓宽信息渠道,增加合作伙伴数量,以获取异质性信息[13]。Zaheer等[14]将企业网络划分为三个层次:网络结构、连接模式和网络成员。网络结构指企业之间相互联系的整体模式,即企业所嵌入的整体关系模式;连接模式指规范网络中企业行为的制度化规则和规范的集合,用于治理网络中的独占行为;网络成员指构成网络的主体类型,即构成网络的各个企业。在社会网络中,占据优势位置的企业能获取更有价值资源,具有合作创新的先发优势[15]。网络中心的企业在资源和信息搜索方面具有明显优势,有利于促进合作创新[16]。

2.3. 研究方法

本文采用网络分析方法,对清洁能源企业间的相关关系进行系统的处理与分析。首先对网络中的节点,即各清洁能源企业,及其相关关系进行了详尽的统计进而构建了一个反应企业间合作模式的网络模型。作为一种定量分析方法,网络分析方法能够将收集到的数据进行系统化整理。通过对清洁能源企业间的关系进行定量统计分析,利用计算将数据进行分类和整合,采用统计分析等方法对数据进行分析处理,将原本抽象的数字转化为直观的可视化信息。这种处理不仅增强了数据的可读性,而且有助于解释数据背后的深层次价值和潜在联系。

在上述理论的基础上,深入探究青海省清洁能源企业间的合作网络结构。通过系统地收集公开数据,对清洁能源企业进行了详尽的统计分析,并构建了一个反映企业间互动的网络模型。利用 Gephi 等软件工具,对数据进行了整合、分类和可视化处理,从而将抽象的数字转化为直观的网络图形。本文的分析涵盖了中心度分析、聚类分析和路径分析等统计方法,以识别网络中的关键节点和评估网络的连通性。

此外, 本文还讨论了研究方法的局限性和假设条件, 并在伦理框架内确保了数据的代表性和隐私保护。通过这一方法, 旨在为清洁能源企业间的合作提供优化策略, 并为未来的网络构建和分析提供可靠的研究基础。

3. 研究设计

3.1. 方法概述

网络图是指由箭线和节点组成的, 用来表示工作流程的有向、有序的网络图形。网络图以图形的形式显示出项目中工作的发生顺序以及它们之间的逻辑关系。如果一个图的所有边都加上方向(称一个带有方向的图就被称为有向图)。一个有向图通常用 $D=(V(D),A(D))$ 来表示, 其中, $A(D)$ 为弧集。如图 1 所示, 其头为 v , 其尾为 u ; 弧 a 从 u 连到 v 。

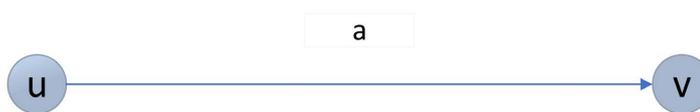


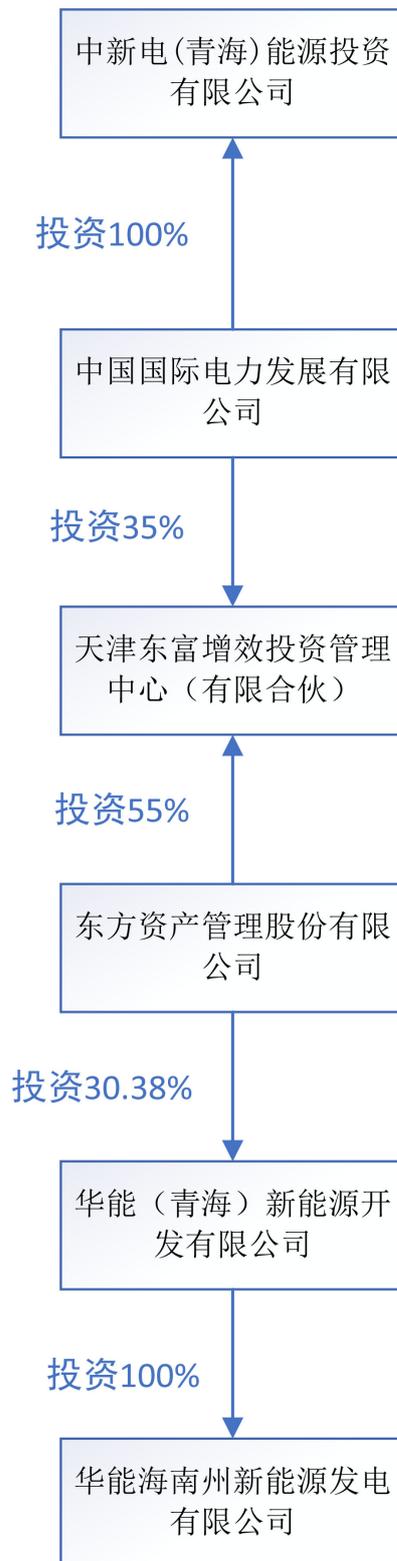
Figure 1. Directed graph
图 1. 有向图

一个网络 $N=(X,Y,I,A,c)$ 是由一有向图及二特定的不相交的顶点子集 X 和 Y 以及弧集 A 上定义的非负整数值函数 $c(\bullet)$ 组成的。其中, X 的每个顶点称为发点; Y 的每个顶点称为收点; $I=V\setminus(X\cup Y)$ 中每个顶点称为中间顶点。

本文采用了网络分析法, 旨在探究青海省清洁能源企业间的合作网络结构。通过数据库检索, 系统地收集了清洁能源企业间的互动信息, 并基于此构建了合作关系网络。在数据选择上, 本研究遵循隐私保护原则, 仅使用了公开可获取的数据, 确保研究的合规性与客观性。在构建网络模型时, 我们将每家清洁能源企业视为网络中的一个节点, 而节点间的合作关系则通过连线表示。

在人们的认知中, 所谓的企业合作是指不同的企业之间通过协议或其他联合方式共同开发产品或市场, 共享利益, 以获取整体优势的经营活动。为了更清晰的说明, 用一个简单的例子进行说明。如图 2 所示, 在华能海南州新能源发电有限公司与中新电(青海)能源投资有限公司中, 其中有由东方资产管理股份有限公司分别向华能(青海)新能源开发有限公司和天津东富增效投资管理中心(有限合伙)投资 35%、55%, 以此形成投资分支华能(青海)新能源开发有限公司对华能海南州新能源发电有限公司进行 100% 的投资, 中国国际电力发展有限公司再对天津东富增效投资管理中心(有限合伙)投资 30.38%, 以及对中新电(青海)能源投资有限公司投资 100%。

纵观全局两者之间似乎没有直接的利益关系, 但是仔细分析下来两企业间有着千丝万缕的联系, 两者有着密不可分的间接利益关系。因此, 凡是两企业间有着间接关系, 就将其两者连线, 为了反映企业在网络中的重要性, 我们根据企业间的合作频率和强度调整了节点的大小, 确保网络中心性较高的企业节点更为突出。此外, 我们还考虑了节点的中心度指标, 如度中心性、介数中心性和紧密度中心性, 以进一步分析企业在网络中的地位和影响力。初步使用 Gephi 软件进行的可视化分析揭示了网络结构的某些混乱性, 节点间布局显得拥挤, 影响了对网络特征的直观理解, 如图 3 所示。为了解决这一问题, 我们采用了更先进的布局算法, 并对网络参数进行了细致调整, 以优化节点的分布和连线的清晰度, 将最大节点调整为 40, 最小节点调整为 10, 结果如图 4 所示。这一改进使我们能够更清晰地展示网络的结构特征, 并深入分析企业间的互动模式。



数据来源: 企查查。

Figure 2. Enterprise relationship diagram
图 2. 企业关系图

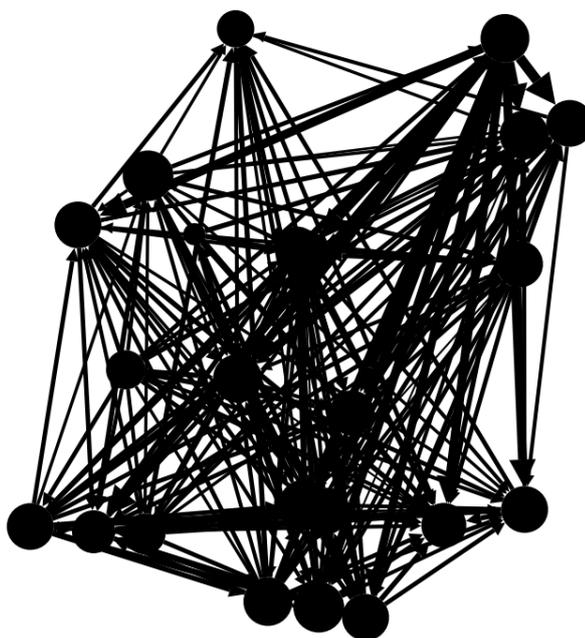


Figure 3. Random distribution plot of Gephi squares
图 3. Gephi 正方形随机分布图

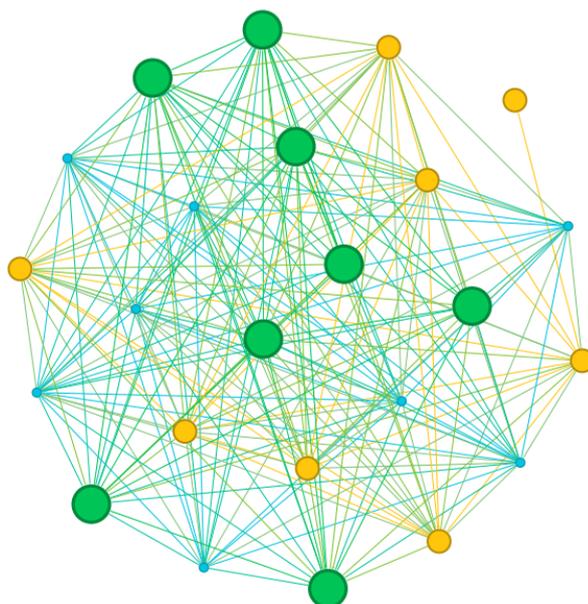


Figure 4. Network diagram of clean energy enterprises
图 4. 清洁能源企业网络关系图

3.2. 网络图分析

通过 Gephi 对清洁能源企业间的关系进行可视化操作, 提取了 43 个清洁能源企业建立交互网络, 根据企业间的节点建立了 242 条边。节点的大小取决于该节点关联的其他清洁能源企业的数量, 关联数量越多, 节点越大, 也就说明清洁能源企业的重要程度。通过使用 Gephi 统计计算功能, 得到了相应的特征值, 如表 1 所示。

Table 1. Characteristic values of the interaction network of clean energy enterprises

表 1. 清洁能源企业交互网络特征值

特征	图密度	平均聚类系数	平均路径长度	模块化
值	0.379	0.41	1.173	0.032

在我国清洁能源日益受到重视的背景下，清洁能源企业之间的关系也越来越密切。通过网络密度来衡量网络的完整性，判断一个完全图是否具备所有可能的连边。如果要分析网络中节点之间的密切关系，可以通过密度计算来进行衡量。密度值能够直接描述出网络中节点连接的紧凑程度，其取值范围为[0, 1]，密度值越大说明在该网络图中节点的连接越紧密。在本研究中，图密度为 0.379，可以看出各清洁能源企业间的连接还是比较紧密的。平均聚类系数是用来表示图中一个节点与其他节点间的紧密程度，平均聚类系数越大，则说明企业间密集度越大。从表 1 中可以看到此次研究的交互网络的平均聚类系数为 0.41，其可以反映出各清洁能源企业的联系密切，结构稳定，内部信息流动迅速，且企业间活跃度较高，大部分清洁能源企业比较聚集。

平均路径长度是指网络中任意两个节点之间的平均值，能够充分反映出网络中各个节点间的分散相离状况。当网络中的平均路径长度的值越小，代表该网络中节点的连接度越大。从表 1 中可以看到其平均路径长度为 1.173，说明各清洁能源企业间节点的连接度较小。网络的模块化也就是说将网络划分为若干个不同的子模块，同一颜色代表同一模块，同一模块内的节点相对于其他节点来说会更加紧密，模块化指数考察评估了网络图结构的模块化程度，模块化取值范围为[0, 1]。密度值越大说明在该网络图中节点的连接越紧密。在本文中，清洁能源企业网络图密度的值为 0.032，说明在大型清洁能源企业的交互网络中，作为节点的企业之间的连接并不紧密。

在以清洁能源企业为研究的交互网络中，清洁能源企业的相关联程度与特征向量的中心度有关。特征向量的中心度(Eigenvector Centrality)是指某个节点的重要性程度，一个节点的重要性取决于其相邻节点数量，也取决于相邻节点的重要性。与之相连的相邻节点越重要，则该节点就越重要。如图 5 所示，从中可以看到除了个别清洁能源企业外，各个企业间相关联的程度很高，相邻企业数量很多，邻企业也非常重要。由此可见每个清洁能源企业都是至关重要的存在。

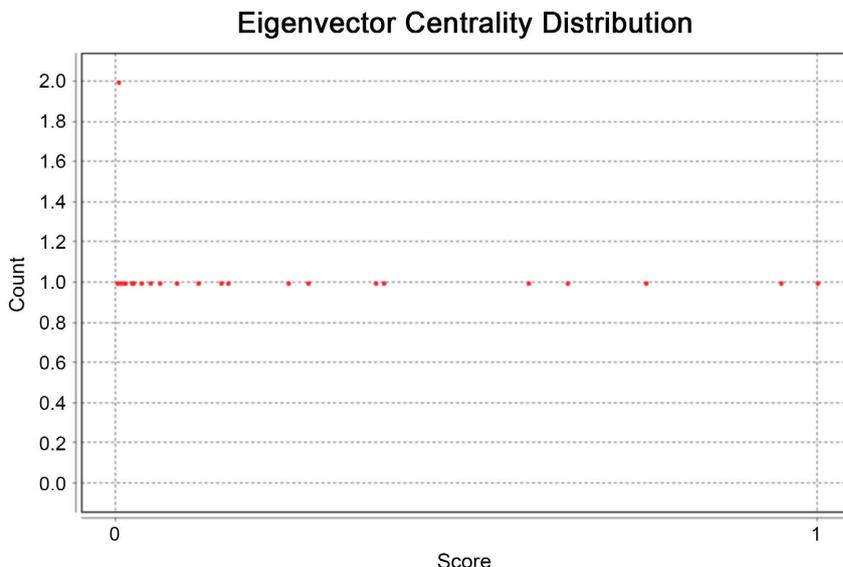


Figure 5. Eigenvector centrality degree
图 5. 特征向量中心度

平均度是指给定一个网络节点数 N 与边数 M , 那么任一与该网络具有相同的节点数和边数的网络模型也具有相同的平均度。节点的度数越高, 连接它的点就越多, 说明该节点就越关键。平均加权度是指取得某个节点的一条边, 如果该边的源为该节点, 则该边的权重为加权出度, 反之为加权入度。网络直径是指网络中任意两节点间距离的最大值。能够充分反映出网络中各个节点间的分散相离状况。当网络中的平均路径长度的值越小, 代表该网络中节点的连接度越大。从表 2 中可以得到, 该网络图的平均度为 8.708, 各清洁能源企业的连接点很多, 说明每个节点都相当的关键。平均加权度为 60.25, 说明该网络整体之间相互的影响力也是很大的。而网络直径为 3, 小于 7, 说明各清洁能源企业间的连接度较大。

Table 2. Characteristic values of clean energy enterprise interaction network
表 2. 清洁能源企业交互网络特征值

特征	平均度	平均加权度	网络直径
值	8.708	60.25	3

在交互网络中, 网络的介数中心性(Betweenness Centrality)、紧密度中心性(Closeness Centrality)、紧密中心度(Harmonic Closeness Centrality)以及离心中心性(Eccentricity Centrality)都是衡量所建立的清洁能源企业网络的紧密以及离散程度。介数中心性是指网络中所有的两节点间的最短路径中经过某个节点的条数越多, 那么该节点就越重要, 这种中心性代表了节点在网络传播之间起到的影响力, 由图 6 可以看出经过各清洁能源企业的条数很多, 表现了其重要性以及较大的影响力。紧密度中心性是指节点到网络中的其他节点的最短距离, 到其他节点的最短距离之和越小, 紧密度越大, 则节点就越接近网络的几何中心, 节点也就越重要, 由图 7 能看到除个别清洁能源企业外, 其他企业之间的紧密度较大, 所以每个清洁能源企业在网络图中都至关重要。

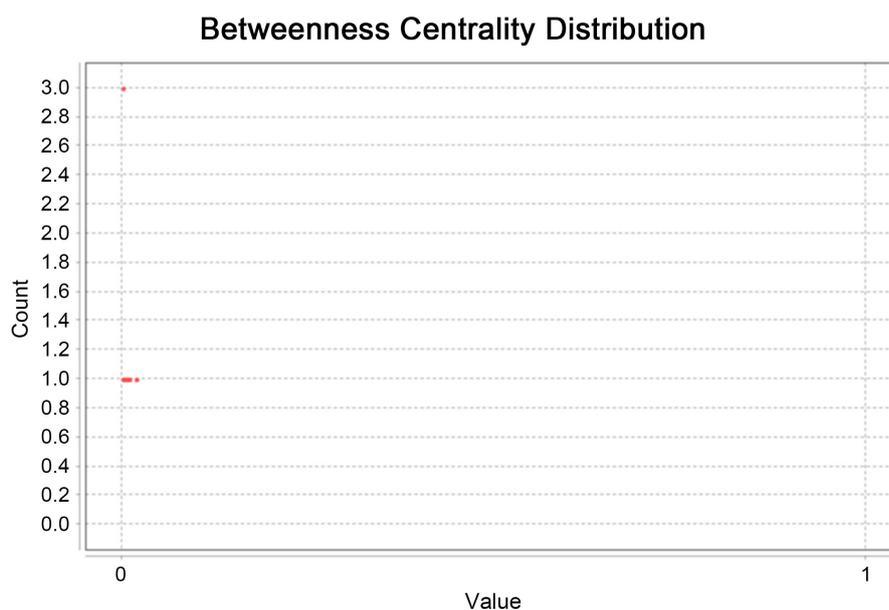


Figure 6. Size centrality
图 6. 介数中心性

紧密中心度与紧密度中心性类似, 它衡量了某个节点与其他节点的平均距离, 其值越高说明该节点与其他节点的距离就越短。由图 8 可以看出, 除个别企业外, 大部分清洁能源企业之间的距离是很接近

的, 这就说明了各清洁能源企业之间的合作关系是很紧密的。离心中心性是指一个节点与网络中的所有节点的最短距离之中的最大值。由图 9 可以看出各清洁能源企业的各个节点的中心性是比较小的, 而节点的离心中心性越小, 说明越接近网络的中心, 节点就越重要, 也就是说除个别清洁能源企业距离有一些远之外, 其他企业都比较接近网络的中心。

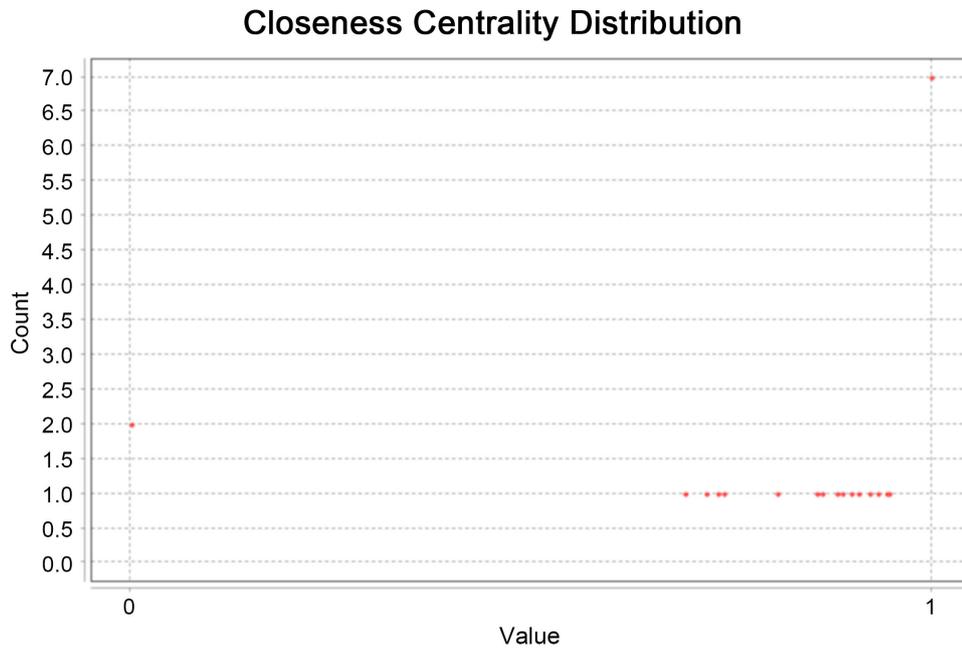


Figure 7. Compact centrality
图 7. 紧密度中心性

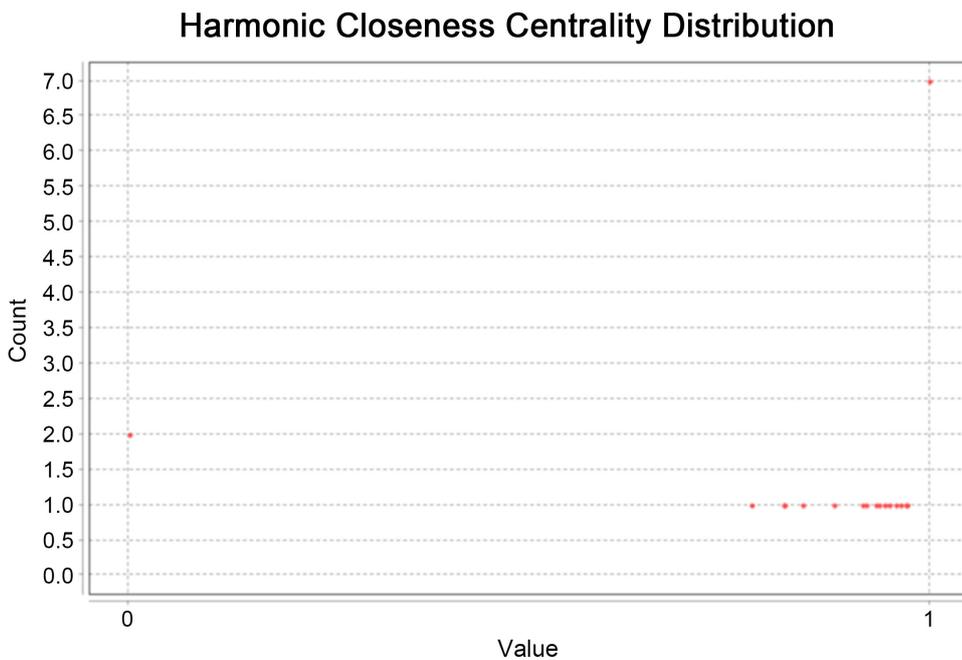


Figure 8. Close centrality
图 8. 紧密中心度

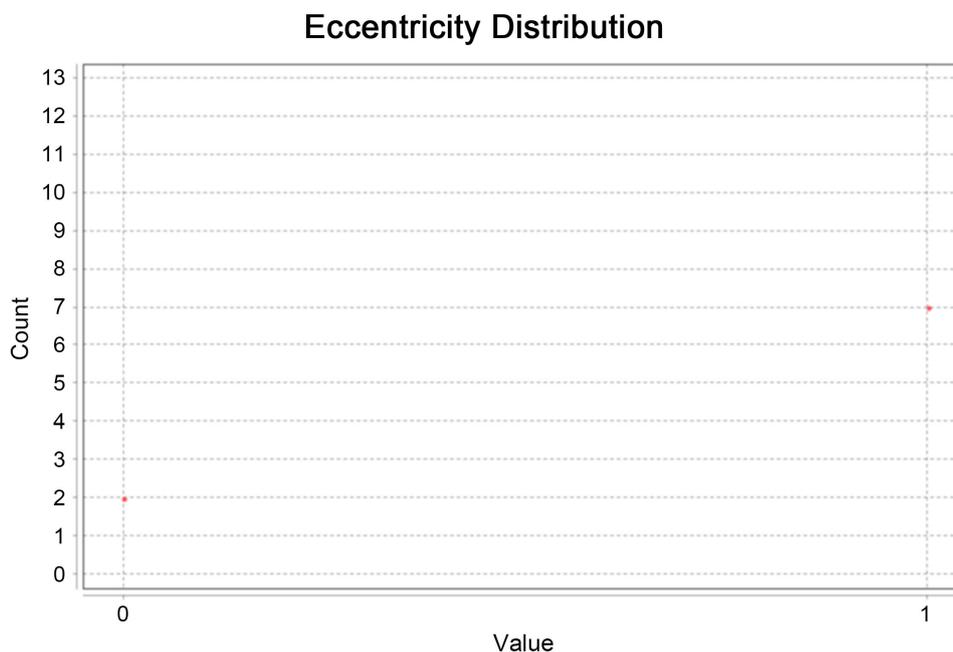


Figure 9. Centrifugal centrality
图 9. 离心中心性

3.3. 青海省清洁能源企业关系分析

通过对选定的清洁能源企业建立网络关系, 构建网络关系图, 其中显现出了很多重要信息, 需要更进一步的分析。在所构建的企业网络关系图中, 通过软件所计算出来的图密度是比较低的, 说明作为节点的清洁能源企业之间的连接并没有很紧密。但是各清洁能源企业间的平均聚类系数以及平均路径长度的数值很高, 各清洁能源企业之间聚集程度很高, 平均路径长度高说明各企业间的连接度小。与此同时, 各清洁能源企业达到了模块化的程度, 但是模块化程度不够明显, 只是形成了聚集但是关联关系一般。此外, 各清洁能源企业间的平均度、平均加权重度以及网络直径参数说明各节点都很关键, 相互影响力、连接程度很大。通过网络的介数中心性、紧密度中心性、紧密中心度以及离心中心性说明了大部分清洁能源企业之间的合作关系相对紧密。在此情况下, 各清洁能源企业之间的关系较弱。

因此, 对于做出的青海省清洁能源企业的合作网络关系图来说, 可以通过具体数值分析应用于清洁能源企业的合作关系之中。各企业间的合作还有待加强, 需要进一步完善交流合作机制, 强化相关政策的支持以及要素的保障力度, 持续地推进项目的建设以及科技创新, 不断提升营商环境, 积极发挥区域优势, 大力拓展优势资源业务, 寻求更多的合作空间。

4. 清洁能源企业环境分析

4.1. 青海省清洁能源概况

青海具有世界最大装机容量光伏发电园区, 太阳能发电量位居全国前列。根据网络公开数据收集整理, 对青海省七大细分领域规划进行分析, 规划产值最多的是光伏产业, 锂电产业链和电力投资产业, 如图 10 所示。除此之外, 还有很多其他的新能源企业也逐步地发展了起来, 表 3 中列举了清洁能源部分企业以及涉及的主要产品, 青海地区锂电跟光伏资源具有很大的优势, 未来发展具有无限的潜能, 行业发展形势大好。

4.2. 青海省清洁能源发展优势

青海气候冷凉干燥, 大部分地区年平均气温较低, 大数据中心制冷用电低于全国平均水平。除此之外, 青海清洁能源装机比例全国领先, 输配电价相对较低, 具备竞争优势, 对发展大数据中心等高载能产业具有较强的吸引力和坚实的能源支撑。青海作为水、风、光等清洁能源资源富集区, 立足于“三个最大”省情定位和“三个更加重要”战略地位, 着力构建清洁低碳、安全高效的能源体系, 大力建设国家清洁能源产业高地。党的二十大报告给出方向, 完善能源消耗总量和强度调控, 重点控制化石能源的消费, 逐步转向碳排放总量和强度“双控”制度。逐步推动能源清洁低碳高效利用, 推进工业、建筑、交通等领域清洁低碳转型, 青海省生产总值逐年上升, 如图 11 所示。

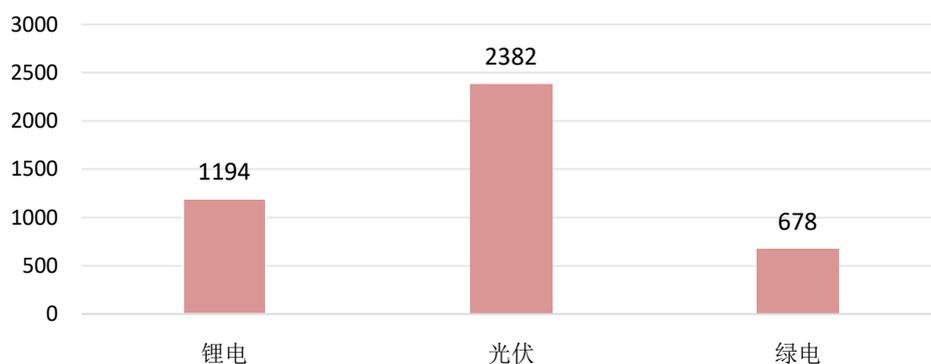
Table 3. Famous enterprises and main products in Qinghai province

表 3. 青海知名企业及主要产品

公司名称	地区	主要产品
中信国安(昆仑)	青海省格尔木市	年产 2 万吨碳酸锂项目
西部矿业/北大先行	青海省西宁市	年产 3 万吨锂盐项目
青海兴化	青海省海西州	年产 1 万吨高纯氯化锂项目
亿纬锂能(金海)	青海省海西州	年产 3 万吨碳酸锂和氢氧化锂项目
湖盐股份/科达制造(蓝科)	青海省格尔木市	年产 3 万吨碳酸锂项目
北大先行	青海省西宁市	年产 16 万吨锂电材料项目
凯金新能源	青海省西宁市	年产 2 万吨锂电电子负极材料项目
易成新能源	青海省海东市	年产 3 万吨锂电池石墨负极项目
宁德时代	青海省西宁市	年产 15 GWh 动力电池产能

数据来源: 百度网页。

青海省新能源细分产业规划产值 (亿元)



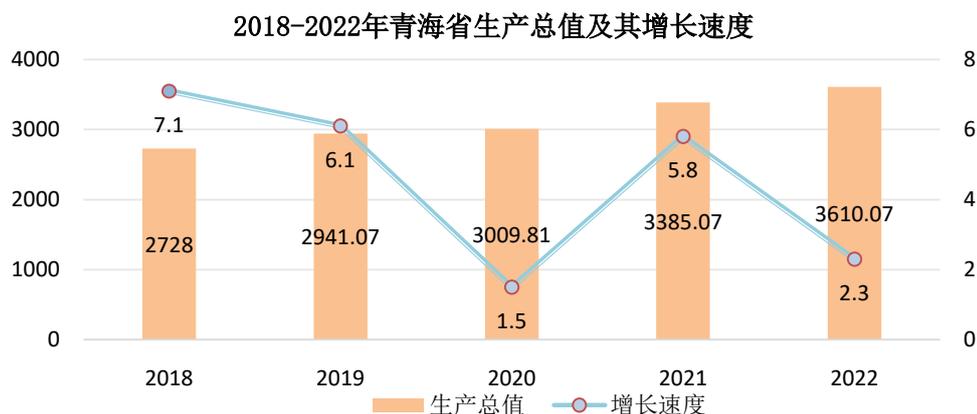
数据来源: 国研网。

Figure 10. Planning value of Qinghai new energy subdivision industry

图 10. 青海新能源细分产业规划值

“十四五”规划强调, 要因时制宜地推进北方地区清洁取暖, 以达成我国在 2030 年应对气候变化的国家自主贡献目标。规划中提到, 应完善能源消费的总量和强度双控制度, 特别是要加强对化石能源消费的控制。在国家推动碳达峰和碳中和战略的背景下, 青海省正积极发挥其清洁能源资源的优势, 并加速融入国家“东数西算”布局。截至 2022 年底, 青豫直流累计输出的电量已超过 300 亿千瓦时, 有效缓

解了东中部地区的电力供需矛盾。青海清洁能源产业的发展也正从初期的“风生水起”逐步迈向更加广阔的“风光无限”。



数据来源：青海省统计公报。

Figure 11. Qinghai GDP and its growth rate
图 11. 青海省生产总值及其增长速度

为了更直观地了解青海地区清洁能源的发展趋势，调取了 2010 年以来的具体数据。如表 4 所示，从发电量上看，除了 2014 年、2015 年和 2016 年略有下降外，其余年份的发电量都在逐年增加，增长势头非常迅猛，尤其是在近五年内，增长速度明显加快。此外，在天然气和电力的消费量上也有所体现。随着人们生活水平的提高，日常生活需求不断增加，天然气和电力的消耗量也在逐年增加。特别是电力的消费量，在 2010 年时仅有 465 亿千瓦时，而在 2021 年时已经达到了 858 亿千瓦时，增加了 393 亿千瓦时。这充分展示了青海清洁能源的快速推进，实现了质量和数量的双重提升。

Table 4. Output and consumption of some clean energy in Qinghai Province
表 4. 青海省部分清洁能源产量及消耗情况

(时间)/(指标)	发电量(亿千瓦小时)	水力发电量(亿千瓦小时)	天然气消费量(亿立方米)	电力消费量(亿千瓦小时)
2010 年	468.26	371.11	23.72	465
2011 年	463.13	370.87	32.05	560.68
2012 年	556.30	434.90	40.11	602.20
2013 年	611.08	435.49	41.56	676.30
2014 年	580.32	392.07	40.59	723.21
2015 年	566	364.33	44.38	658.00
2016 年	552.96	300.85	46.25	637.51
2017 年	626.59	334.22	49.56	687.01
2018 年	811.03	517.90	51.25	738.34
2019 年	886.14	554.04	52.12	716
2020 年	951.95	599	----	742
2021 年	995.71	----	----	858

数据来源：国研网。

近年来, 青海省在清洁能源领域的发展势头强劲, 新的项目不断涌现。如表 5 所示, 该省的清洁能源发展方向正逐步实现多元化。在国家政策的指导下, 青海省的绿氢产业也取得了重大进展。目前, 在黄河上游地区, 正在建设一座海拔最高、装机容量最大的水电站——青海玛尔挡水电站。这座水电站不仅是世界超高海拔地区装机容量最大的抽水蓄能电站, 还拥有最大的调节库容。同时, 青海格尔木南山口抽水蓄能电站已经正式开工, 标志着该省在抽水蓄能技术方面的进一步发展。

Table 5. Clean energy projects in Qinghai Province in recent years

表 5. 青海近年来清洁能源项目

序号	项目名称
1	海西柴达木沙漠基地
2	羊曲水电站
3	海南戈壁基地
4	西宁北 750 千伏输变电工程
5	“氢”装上阵(海东)碳中和物联产业园氢油电超级能源中心项目
6	“氢”装上阵(海东)碳中和物联产业园氢油电超级能源中心项目
7	“金属硅 - 多(单)晶硅 - 切片 - 太阳能电池 - 电池组件”光伏制造产业链

资料来源: 西宁晚报。

5. 研究结论及展望

5.1. 结论

本文通过构建和分析青海省清洁能源企业的合作网络, 揭示了企业间合作的结构特征和动态变化。主要发现包括: 企业间存在显著的合作关系, 这些关系通过特定的网络结构得以体现; 尽管合作网络规模在不断扩大, 但网络的密度和合作深度仍有待加强。此外, 关键节点的识别揭示了某些企业在网络中的核心地位, 这对于理解整个行业的合作模式具有重要意义。

通过研究得出以下结论: 1) 网络结构特征。研究发现青海省清洁能源企业之间形成了具有一定规模的合作网络, 网络中的企业通过多样化的合作关系相互连接。网络的结构显示出企业间合作的广泛性和复杂性。2) 关键节点识别。通过中心度分析, 研究识别出了网络中的关键节点, 这些企业在合作网络中占据核心地位, 对网络的稳定性和信息流动具有重要影响。3) 合作网络的动态性。尽管合作网络规模在增加, 但网络密度和企业间的深度合作尚未显著提升, 表明清洁能源企业间的合作潜力尚未得到充分发挥。4) 合作潜力与挑战。研究指出, 尽管清洁能源企业在网络中表现出聚集性, 但整体网络的模块化和集群效应尚不显著, 这表明清洁能源行业的合作模式有待进一步优化和加强。5) 政策与市场影响。研究认为, 政策环境和市场需求对清洁能源企业合作网络的形成和发展具有显著影响, 合理的政策引导和市场机制设计对于促进企业合作具有重要作用。

5.2. 研究局限性及展望

本文在探索青海省清洁能源企业合作网络时, 存在若干局限性。首先, 研究的地域范围限定在青海省, 可能未能全面反映全国乃至全球清洁能源企业合作的广度和深度。其次, 数据来源主要依赖公开资料, 这可能限制了对企业深层次合作信息的获取。此外, 研究未能充分捕捉合作网络随时间的动态变化, 且在分析方法上, 可能未能完全揭示网络内部的所有复杂性。最后, 研究在探讨企业合作现象时, 尚未深入挖掘背后的因果关系。

针对上述局限性, 未来研究有多个潜在的发展方向。扩大研究范围至全国乃至国际层面, 可以提供更广泛的视角, 探讨不同地区或国家的清洁能源企业合作网络结构, 分析其异同。研究不同文化和政策背景下的企业合作模式, 探讨其对清洁能源产业发展的影响; 深化数据收集, 包括获取非公开的合作信息, 如通过访谈、问卷调查等方式获取更深入的数据。考虑使用大数据分析技术, 从社交媒体、新闻报道等非结构化数据中提取合作信息, 这将有助于丰富研究内容; 通过时间序列分析, 追踪清洁能源企业合作网络的演变过程, 分析其动态变化趋势, 揭示其动态性。研究不同时间段内合作网络的变化, 探讨其背后的原因, 如政策变化、市场需求变化等; 采用多方法论, 结合定性研究, 使用比较研究方法, 对比不同类型企业(如国有企业与私营企业)在合作网络中的表现和策略。由此可以更全面地理解企业合作的深层次原因和效果。探究政策变化与技术进步如何影响企业合作网络, 将为理解清洁能源行业的发展趋势提供新的视角; 政策与技术影响, 深入分析政策变化对清洁能源企业合作网络的影响, 如税收政策、补贴政策等, 探讨技术进步, 特别是清洁能源技术的发展, 如何影响企业间的合作模式和网络结构; 考虑将经济学、社会学、环境科学等多学科的理论和方法应用于清洁能源企业合作网络的研究中, 提供更全面的视角。研究清洁能源企业合作网络与社会、经济、环境等多维度因素的相互作用; 选择具有代表性的清洁能源企业或项目, 进行深入的案例研究, 分析其合作网络的成功经验和面临的挑战。通过案例研究, 提炼出可供其他企业或地区借鉴的经验和策略; 基于当前的研究结果和趋势分析, 预测未来清洁能源企业合作网络的发展方向。探讨在实现碳中和目标的背景下, 清洁能源企业合作网络可能面临的新机遇和挑战。通过这些方向的深入研究, 可以为清洁能源企业合作网络的优化和行业的健康发展提供更有力的支持。

基金项目

青海理工大学(筹)“昆仑英才”人才引进科研项目, 项目编号: 2023-QLGKL YCZX-031。
国家社会科学基金项目, 项目编号: 23GLB0485。

参考文献

- [1] 李昕蕾. 全球清洁能源转型与中国角色[J]. 当代世界, 2023(2): 16-22.
- [2] 岳明珠. 清洁能源国有企业发展综合智慧能源竞争战略环境分析[J]. 商展经济, 2023(22): 131-134.
- [3] 王晨, 鲍艾, 刘俊, 等. 基于入户调查的农村民用源排放清单与清洁能源政策的减排效果[J]. 中国环境科学, 2024, 44(5): 2811-2822.
- [4] 尹秀娟. 可持续转型发展下青海清洁能源产业创新发展研究[J]. 青海师范大学学报: 社会科学版, 2023, 45(1): 60-64.
- [5] 张宇翔, 赵国堂, 周国华, 等. 国际复杂工程项目合作网络演化研究[J]. 软科学, 2021, 35(7): 136-144.
- [6] 花江峰. 企业合作的弱关系、强关系和超级关系研究[J]. 经济研究导刊, 2021(16): 7-10, 46.
- [7] 王莉, 段婷, 董珺. 区块链与企业网络融合: 机遇、挑战与对策[J]. 经济问题, 2021(4): 23-30.
- [8] 曾德明, 张志东, 赵胜超. 科学合作网络、伙伴动态性与企业创新绩效[J]. 科学学研究, 2022, 40(5): 906-914.
- [9] 沈文欣, 翁羽佳, 郑弦, 等. 复杂工程项目群多项目合作与竞争网络形成机理研究[J]. 中国管理科学, 2023, 31(12): 281-289.
- [10] 关峻, 任嘉琪, 邢李志, 等. 中关村高新技术企业合作申请专利网络集聚效应分析[J]. 科技进步与对策, 2022, 39(21): 56-64.
- [11] 蔡猷花, 傅令菲, 梁娟. 联盟关系演化、网络结构洞与企业合作创新绩效[J]. 中国科技论坛, 2021(10): 94-103.
- [12] 孙国强, 胡小雨, 邱玉霞. 大数据背景下企业网络与数字经济融合路径研究[J]. 中国科技论坛, 2022(2): 95-104.
- [13] 熊捷, 孙道银. 企业社会资本、技术知识获取与产品创新绩效关系研究[J]. 管理评论, 2017, 29(5): 23-39.
- [14] Zaheer, A. and Bell, G.G. (2005) Benefiting from Network Position: Firm Capabilities, Structural Holes, and Performance.

- Strategic Management Journal*, **26**, 809-825. <https://doi.org/10.1002/smj.482>
- [15] Koka, B.R. and Prescott, J.E. (2008) Designing Alliance Networks: The Influence of Network Position, Environmental Change, and Strategy on Firm Performance. *Strategic Management Journal*, **29**, 639-661. <https://doi.org/10.1002/smj.679>
- [16] Dougherty, D. and Hardy, C. (1996) Sustained Product Innovation in Large, Mature Organizations: Overcoming Innovation-to-Organization Problems. *Academy of Management Journal*, **39**, 1120-1153. <https://doi.org/10.5465/256994>