



迈向共建共享的零碳能源未来—— 全球农村能源合作社的经验与探索





关于落基山研究所 (RMI)

落基山研究所(RMI)是一家于1982年创立的专业、独立、以市场为导向的智库，与政府部门、企业、科研机构及创业者协作，推动全球能源变革，以创造清洁、安全、繁荣的低碳未来。落基山研究所着重借助经济可行的市场化手段，加速能效提升，推动可再生能源取代化石燃料的能源结构转变。落基山研究所在北京、美国科罗拉多州巴索尔特和博尔德、纽约市及华盛顿特区和尼日利亚设有办事处。

作者与鸣谢

作者

郝一涵
李君
李婷

其他作者

韩雨沁
吴海铭

作者姓名按姓氏首字母顺序排列。除非另有说明，所有作者均来自落基山研究所

联系方式

李君, jun.li@rmi.org

引用建议

郝一涵、李君、李婷, 迈向共建共享的零碳能源未来——全球农村能源合作社的经验与探索, 落基山研究所, 2025, <https://rmi.org.cn/insights/toward-a-shared-zero-carbonenergy-future-a-global-analysisof-rural-energy-cooperatives/>

鸣谢

本报告特别鸣谢以下专家对报告撰写提供的洞见与建议:

王全辉 农业农村部农业生态与资源保护总站首席专家, 研究员
龙文进 中国农业大学经济管理学院副教授
闫湖 国网能源研究院高级研究员
李景明 农业农村部农业生态与资源保护总站原首席专家、中国沼气学会常务副理事长
张弘 清华大学建筑学院党委副书记, 副教授
王东 联合国开发计划署驻华代表处可持续发展部项目主任
高鸣 农业农村部农村经济研究中心研究员, 农村固定观察点管理处副处长
何君 联合国粮食及农业组织经济与社会发展部农村转型和性别平等政策官员
张可男 固德威技术股份有限公司可持续发展研究院院长

本报告所述内容不代表以上专家及其所在机构观点。

目录

前言	6
1. 研究背景与意义	8
1.1 农村能源合作社在全球能源转型中扮演重要角色	8
1.2 我国农村能源转型发展的意义	10
1.3 我国农村能源转型发展面临的机遇与挑战	15
1.4 农村能源合作社的国际经验对于我国农村能源转型发展的借鉴意义	16
2. 农村能源合作社的发展历史与现状	17
2.1 农村能源合作社的概念、定义和主要特征	17
2.2 不同国家农村能源合作社的发展历史	19
2.3 农村能源合作社的主要类型和发展规模	25
3. 农村能源合作社的商业模式剖析	28
3.1 融资、收益和利益分配机制	28
3.2 外部合作机制	33
3.3 用地机制	34
4. 农村能源合作社的经济、社会和环境效益	35
4.1 经济效益	35
4.2 社会效益	39
4.3 环境效益	42
5. 农村能源合作社发展的机遇与挑战	44
5.1 运营管理难点凸显，农村能源合作社发展面临挑战	44
5.2 传统化石能源合作社向可再生能源的转型与发展	44
5.3 面临可再生能源政策激励退坡，合作社组织模式的适应性转型	45
5.4 能源数字化智能化为农村能源合作社创新发展带来新机遇	48

6. 国际经验启示和我国农村能源转型发展展望	50
6.1 农村能源合作社国际经验启示.....	50
6.2 我国农村能源转型发展展望.....	53
6.3 政策建议与行动框架.....	55
结语	58
参考文献	59

前言

能源是现代人类社会赖以生存和发展的基础。与此同时，能源也是造成全球气候变化的主要因素——约 70% 的温室气体排放来自能源部门。在全球不断扩建基础设施、减少无电人口、提升能源可及性、可靠性和经济性的同时，也需要推进可持续能源目标，加大清洁能源投资和清洁能源技术应用。目前农村地区能源发展仍相对滞后，2024 年全球约有 7.37 亿人缺乏电力供应¹，其中 80% 生活在农村地区²。因此，对于实现联合国可持续发展目标 7——确保人人获得清洁且可负担的现代能源，全球农村地区能源转型将是关键。

我国改革开放 40 多年来，农村能源发展稳步推进，农村用能质量显著提升，城乡能源协同发展机制逐步健全，以清洁低碳、多能融合为特征的现代农村能源体系加速构建。从上世纪末开始，全国大力实施无电地区电力建设工程和农村电网改造升级，全面解决了我国无电人口的用电问题，改革农电管理，实现城乡同网同价，农业生产的用能成本也得到机制性补贴。2023 年，中国农村电网供电可靠率提升至 99.9%³。通过煤改气、煤改电等基础设施改造和农村地区清洁取暖设备补贴，全国散煤消费量从 2015 年的 7.5 亿吨降至 2021 年的 3.1 亿吨，降幅达 58.7%，北方地区 15 省份中已有 8 省份清洁供暖率超过 70%⁴；农村地区生物质能产业持续发展，截至 2025 年初，全国以农业废弃物为主要原料的生物天然气工程 66 处，总池容量超 156 万立方米，年产生生物天然气达 1.25 亿立方米⁵。

近年来，在国际气候治理与国内绿色转型的双重驱动下，农村地区正经历能源结构的深刻变革。我国从中央到地方对城乡发展一体化、农村能源供给侧改革等重大问题作出了战略部署和规划。2018 年，国家能源局批复同意河南省兰考县开展全国首个农村能源革命试点县建设。随后国家能源局、生态环境部、农业农村部联合组织开展农村能源革命试点县建设，通过以点带面促进农村能源清洁低碳转型、助力乡村振兴。第一批和第二批共计 23 个试点县已分别于 2023 年底和 2024 年底公布启动。2024 年 7 月 31 日，《中共中央国务院关于加快经济社会发展全面绿色转型的意见》中明确指出，推动经济社会发展绿色化、低碳化是实现高质量发展的关键环节。意见要求推进城乡建设发展绿色转型，包括推动农业农村绿色发展，培育乡村绿色发展新产业新业态，因地制宜开发利用可再生能源。国家发展改革委、能源局等多部门也出台一系列文件和试点工程，支持新能源汽车、电子产品下乡，持续加强充换电设施等乡村基础设施建设，为农村能源转型提供了新动力。2025 年中央 1 号文件《中共中央国务院关于进一步深化农村改革扎实推进乡村全面振兴的意见》中再次强调要推动基础设施向农村延伸，包括巩固提升农村电力保障水平，加强农村分布式可再生能源开发利用，鼓励有条件的地方建设公共充换电设施。

总体来看，我国农村地区可再生能源发展迅速，新能源呈倍增式发展态势，逐步扭转我国农村地区长期以来用能结构单一的问题，以光伏为主的清洁能源开发也成为此前农村精准扶贫中的亮点工程。农村新能源产业发展有力推进了农村能源低碳转型，也为乡村振兴注入新的活力，通过吸纳投资、增加非农就业、提高当地税收等多维度促进农村经济发展，是全面绿色转型背景下乡村发展前所未有的重大机遇。但当前农村可再生能源发展在体制机制、可持续运维、源荷协同等方面仍存在诸多瓶颈：如屋顶光伏等分布式能源装机增长速度远超当地平均负荷，就地就近消纳难度高；农村电网升级改造速度还未匹配上可再生能源发展速度，源网不匹配导致电网设备运营风险不断增加；分布式能源开发利益分配不均衡、农村清洁供暖“返煤”、户用沼气废弃等现象仍然普遍。这些痛点问题影响到农村可再生能源发展可持续性和新能源安全可靠替代水平，也令推动体制机制创新成为农村能源转型和乡村振兴融合发展的关键驱动力。

2022 年国家发展改革委、国家能源局《关于促进新时代新能源高质量发展实施方案》中明确提出，培育农村能源合作社等新型市场主体，创新新能源开发利用模式，促进新能源开发利用与乡村振兴融合发展。合作社在我国拥有较长的历史和庞大的基础，长期以来在推动我国农业现代化进程和带动小农户与现代农业发展衔接等方面发挥着重要作用。2025 年中央 1 号文件明确要完善联农带农机制，包括引导企业、农民专业合作社、家庭农场与农户等紧密联合与合作，让农民更多分享产业增值收益。从全球视角来看，2025 年是联合国大会确立的“国际合作社年”，以推广合作社对于可持续发展目标及更广泛的社会和经济发展的贡献。而农村能源合作社作为合作社的一种形态，

在欧美等国家已有众多实践并取得了广泛发展。相对于集中式的能源供给形式，农村能源合作社更强调公民参与式的、分散式的能源开发和供应形式，在机制上更注重社员利益，在促进国家和地区可再生能源发展和提升当地社区福祉等方面取得了显著成果。目前国内关于农村能源合作社的系统性研究和相关报道仍较为匮乏。

落基山研究所一直关注并倡导“以人为本，面向发展”的乡村碳中和公平转型，以面向碳中和的气候行动为驱动，以新产业、新业态、新模式、新能源为载体，因地制宜发展乡村新质生产力，并使其最大程度贡献于乡村振兴和民生发展。此前，落基山研究所通过《中国乡村碳中和公平转型：现状与展望》对各地区农村地区能源转型发展潜力和挑战开展了综合分析。而本报告希望在此基础上，通过回顾不同国家农村能源合作社的发展历史，并剖析其商业机制、经济社会和环境效益以及面临的挑战，总结农村能源合作社的国际经验，为我国推动农村能源转型发展体制机制创新提供参考和借鉴，助力国家碳中和与乡村振兴战略目标。

1. 研究背景与意义

1.1 农村能源合作社在全球能源转型中扮演重要角色

当前，全球局部地区冲突加剧、极端气候事件频发，国际社会对于能源安全和可负担性更加重视，其中发展中国家农村地区的能源转型尤为值得关注。全球有近一半的人口居住在农村地区ⁱ，相对于城市，农村地区长期以来在能源可及性、可靠性和可持续性等方面面临更加突出的挑战。根据国际能源署（IEA）的统计，虽然自 2010 年以来全世界无电人口数量已减少了 45% 以上，但截至 2024 年全球仍有 7.37 亿无电人口⁶。同时，全球还有多达 24 亿人仍使用传统生物质、煤或者煤油来满足烹饪需求，并因此长期受到室内空气污染的侵害，其中主要是妇女和儿童⁷。这些无电人口和无法获得清洁烹饪ⁱⁱ的人口主要生活在撒哈拉以南非洲国家和亚洲发展中国家的农村地区（图表 1）。即使是拥有电力供应的农村地区，也仍受到电力供应不稳定、电价高昂和对化石燃料过度依赖的困扰。因此，这让以人为本的能源转型在农村地区处于更加突出和优先的地位，即将人置于未来能源议题的讨论中心，支持在地居民的持续广泛参与，侧重帮助当前仍无法获得现代能源服务的群体，以实现更便捷、可负担和清洁能源供应。

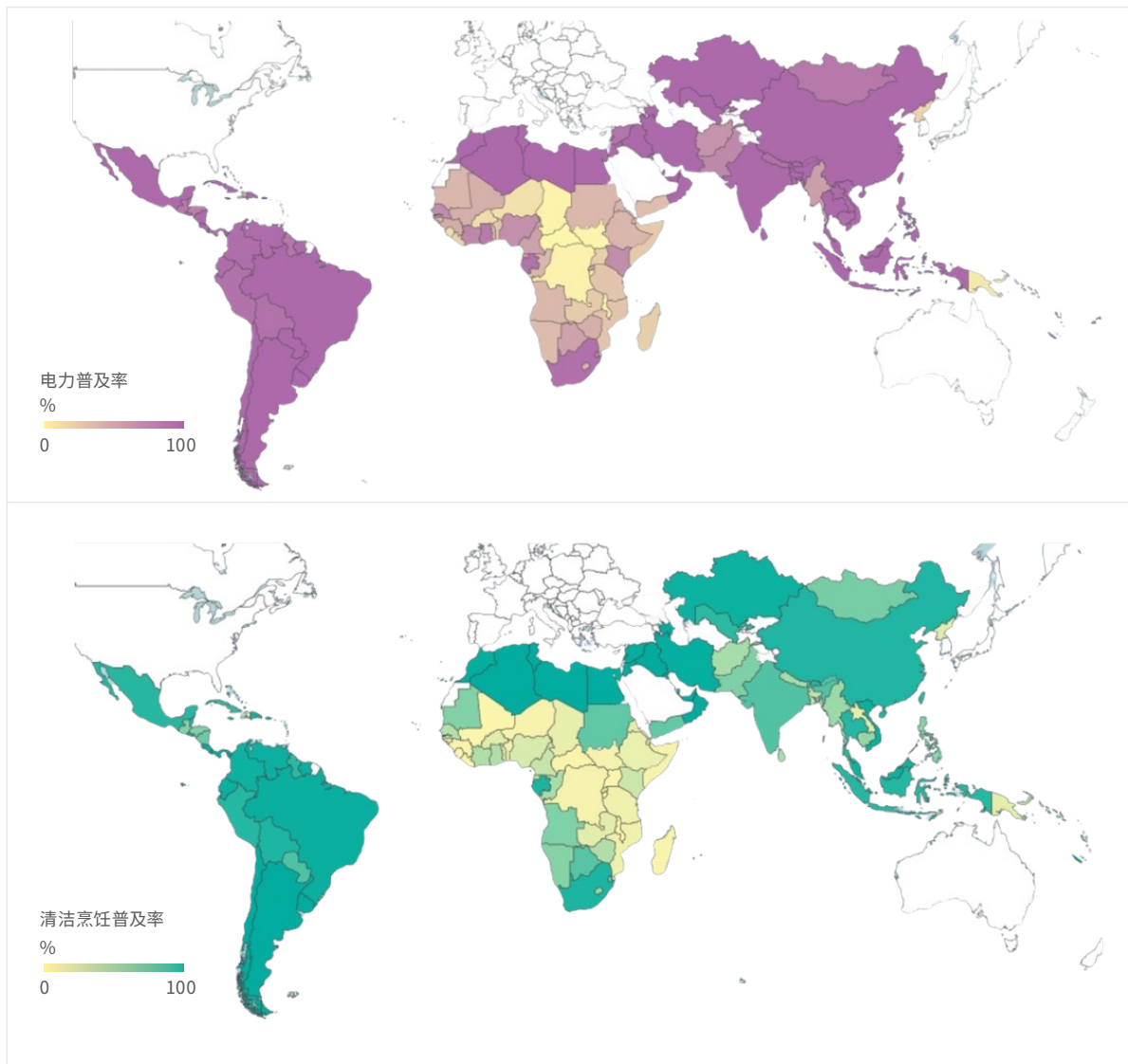
近年来在各国可再生能源发展的雄心和目标下，全球农村地区也面临新的机遇。农村地区丰富的可再生能源资源和发展空间，成为建立现代能源体系并推动地区经济创新增长的重要支撑。在农村地区扩大清洁能源开发利用，不仅可以帮助农村地区在生产生活上实现可负担的清洁能源，同时还将刺激新兴产业发展并创造就业机会，进一步支持农村经济发展和缓解贫困，缩小城乡发展差距。



i 据联合国人类住区规划署《2022年世界城市报告》统计，2021年城市人口占全球人口总数的56%，详见 <https://wuf.unhabitat.org/sites/default/files/2022-06/files/WCR-PR-Chinese-press-release-29-06-2022.pdf>

ii 根据国际能源署的定义，“获得清洁烹饪”的概念是指家庭能够使用安全、清洁、高效且对环境影响较小的烹饪燃料和技术。这些清洁技术包括液化石油气（LPG）、电灶、生物燃气、太阳能灶以及先进的生物质炉灶。其目标是减少传统燃料（如木材、木炭和动物粪便）燃烧所产生的有害空气污染物，从而降低对健康的危害，尤其是呼吸道疾病，同时减少对环境的负面影响。详见 <https://iea-etsap.org/webinar/Webinar-Poverty/%E2%80%AAIEA%20Gianluca%20Tonolo%20.pdf>

图表 1 电力和清洁烹饪普及率⁸



从全球范围来看，农村能源合作社在多个国家成为气候行动和能源政策的关键，体现了全球能源转型以人为本、公众参与和公平导向的新趋势。农村能源转型与发展一直以来面临持续的结构性的挑战——技术、财务、组织和政治社会等因素的相互作用限制了农村社区参与能源系统开发、决策和公平分享利益的机会；随着时间的推移，缺乏当地参与将削弱农村能源项目的可持续性，并加剧社会和经济差距。因此，以人为本的方法，即强调能源公平转型并优先考虑社区成员福祉，旨在缓解能源贫困并促进经济繁荣，逐渐成为许多国家和地区促进可持续农村能源转型和塑造包容性能源体系的共同选择。近年来，全球许多国家大力支持基于社区的能源项目，鼓励社区成员和利益相关者的参与，更加注重包容性、公平性和利益共享。例如英国政府在 2014 年发布了专门的《社区能源战略》，为赋能公民和社区参与可再生能源生产运营、能效管理、能源采购等提出了一系列激励和保障措施；意大利《国家恢复和复原计划》已拨款 22 亿欧元用于支持能源社区；美国《通胀削减法案》为基于社区的清洁能源项目提供了额外的财政激励措施。

作为社区型能源项目的主要主体形式，农村能源合作社模式为推动基于社区的能源项目的广泛实施发挥核心作用，并逐渐被证明是加速实现国家和地区清洁能源转型的有效机制，在全球能源转型中扮演着多重角色。

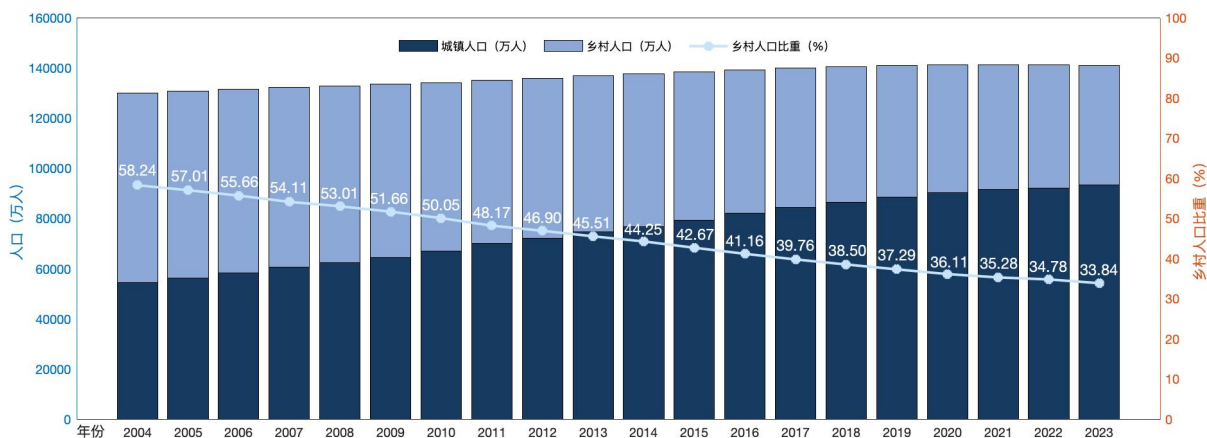
- **成为可再生能源发展的有力抓手：**通过其资源整合能力有效聚合土地和屋顶资源，部署包括分布式光伏、风电、地热、生物质和农村小水利在内的可再生能源开发项目，提升农村能源可及性和供给可靠性，减少了对集中式化石能源系统的依赖，并促进了能源供应的多元化、分散化。
- **成为能源转型可持续推进的重要基石：**通过鼓励社区成员参与和支持本地能源项目，引导社员成为可再生能源生产者，在区域内生产、共享和消费电力，减少能源运输成本、提升可再生能源的就近就地消纳潜力。遵循自愿参与、集体决策和利益共享等原则，保障各方主体高质量参与能源项目的全周期运营。
- **成为能源公正转型的加速器：**以社区福祉为最优先，将能源发展的本地红利最大化，在降低社区成员用能成本、创造当地就业机会等方面发挥关键作用，鼓励公众更加积极地参与国家和地区能源转型，有助于推进实现更人人共享的可持续能源未来。

1.2 我国农村能源转型发展的意义

1.2.1 农村能源转型发展是实现国家能源转型的必然要求

第一，我国城乡人口分布决定了农村能源体系是我国能源体系的重要组成部分。长期以来，农村能源体系覆盖了超过一半的中国人口；截至 2023 年末，仍有近 1/3 的人口居住在农村（图表 2）⁹。因此清洁、可靠和可负担的农村能源供应对于全面建设社会主义现代化国家新征程、满足人民日益增长的美好生活需要至关重要，也是推进乡村全面振兴、实现乡村宜居宜业和建设和美中国的重点环节。此外，乡村地区有其独特的能源需求和挑战，在实现国家能源转型目标和多个可持续发展目标（SDGs）——提供可负担的清洁能源（SDG 7）、由能源贫困改善驱动的乡村振兴（SDG 1）、通过普及现代能源获取推进农村地区公平转型（SDG 10）、碳中和（SDG 13）以及通过改善空气质量促进良好健康与福祉（SDG 3）——都发挥关键作用，在塑造可持续和包容性国家能源格局中具有不可或缺的地位。

图表 2 二十年来我国城乡人口对比¹⁰



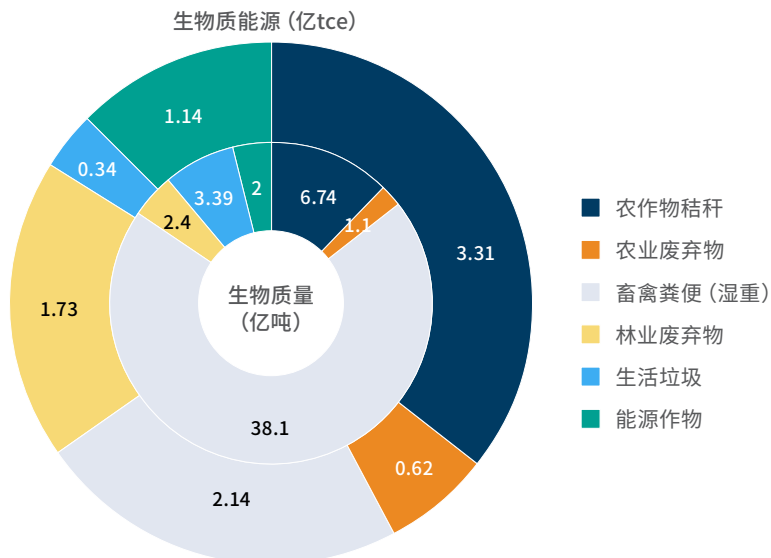
第二，农村可再生能源资源是构建现代能源体系的重要基础。相比城市，农村地区地域广袤，正在成为我国可再生能源发展的最重要阵地。截至 2015 年，我国农村地区土地面积是城市土地面积的 16.7 倍ⁱⁱⁱ，拥有十分丰富的风、光、生物质等可再生能源资源。一方面，通过农村可再生能源的持续发展，为构建现代能源体系提供重要支撑，并有望扭转长期以来国家对农村能源高投入、低产出的扭曲局面；另一方面，通过分布式可再生能源在农村的广泛实施，不断优化农村能源消费结构，提升能源消费水平。

- **太阳能、风能：**研究显示，2020 年我国农村地区屋顶可安装光伏板总面积高达 131 亿 m²，装机潜力达 20 亿千瓦，每年可发电约 2.9 万亿千瓦时，按照目前发电煤耗水平相当于约 8.92 亿 tce（吨折合标准煤）¹¹，理论上相当于当年全国用电量的 40%^{iv}。从实际发展状况来看，截至 2023 年 6 月底，全国分布式光伏累计装机容量 1.98 亿千瓦，其中户用光伏 9502 万千瓦，约占 50%，主要分布在农村地区。同样，我国农村地区风能资源丰富、且有大量零散土地资源，具有发展分散式风电的巨大潜力。截至 2022 年底，中国分散式风电累计装机容量有 1344 万千瓦¹²，而据研究显示我国分散式风电技术可开发潜力达 2.5 亿千瓦¹³。
- **生物质能：**农村地区拥有农作物秸秆、畜禽粪便、农业废弃物、林业废弃物、农村生活垃圾和能源作物等多类生物质资源。根据 2021 年国家统计局数据估算的生物质资源总量达 9.28 亿 tce（图表 3）¹⁴。
- **地热能：**我国农村地区地热资源丰富，储量大，分布广。根据国土资源部中国地质调查局 2015 年调查结果显示，仅浅层地热能年可采资源量就达到 7 亿 tce，但地热能年度总利用量仅为 2000 万 tce¹⁵。此外，我国地热发电也拥有较大发展空间。截至 2020 年末，我国地热发电装机容量仅为 44.56 兆瓦。
- **农村小水电：**我国水能资源丰富但分布零散，农村小水电的绿色转型发展将在助力我国能源转型方面发挥有益补充作用。截至 2020 年底，全国共有农村水电站 43957 座，装机容量 8133.8 万千瓦，占全国水电总装机总量的 22%，19 个省份累计创建绿色小水电站 338 座¹⁶。据此前研究，我国大陆地区单站装机容量 5 万千瓦及以下的小水电资源技术可开发量高达 1.28 亿千瓦，年发电潜力达 5350 亿千瓦时，折合标准煤约 1.61 亿 tce。

ⁱⁱⁱ 世界银行数据显示，2015 年中国城市土地面积为 522,345 平方公里，中国乡村土地面积为 8,723,723 平方公里，详见 <https://data.worldbank.org.cn/indicator/AG.LND.TOTL.UR.K2?locations=CN>

^{iv} 据国家能源局公布数据，中国 2020 年全社会用电量为 7.5 万亿千瓦时，详见：https://www.gov.cn/xinwen/2021-01/20/content_5581283.htm

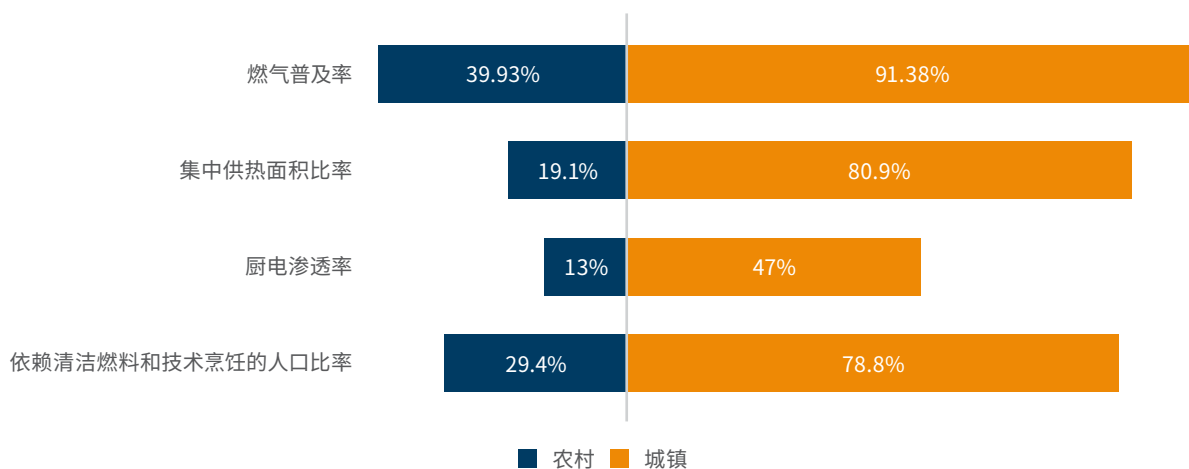
图表 3 我国农林生物质资源结构 (2021)¹⁷



注：外圈表示生物质能源估算量，内圈表示生物质重量估算量。

第三，农村能源转型发展是缩小城乡能源发展差距和构建城乡一体化能源体系的重点和难点环节。从上世纪末开始，我国大力推进和部署无电地区电力建设工程和农村电网改造升级，我国农村地区基本实现稳定可靠的供电服务全覆盖。然而纵观城市与农村能源发展水平，我国农村能源发展与城市相比仍然相对落后，城乡能源发展不平衡的问题仍然突出，包括基础设施较差、能源社会化服务能力较弱、农村能源消费结构落后。研究表明，城乡能源不平等则主要体现在从生物质中获取能源、空间取暖和烹饪等方面¹⁸。从统计数据来看，虽然我国农村地区燃气普及率逐年上升，2022年村庄燃气普及率达到39.93%，但仍远远低于城镇水平（全国县、城一级分别为91.38%和98.06%）；城乡集中供热面积之比高达33.6:1¹⁹（图表4）。

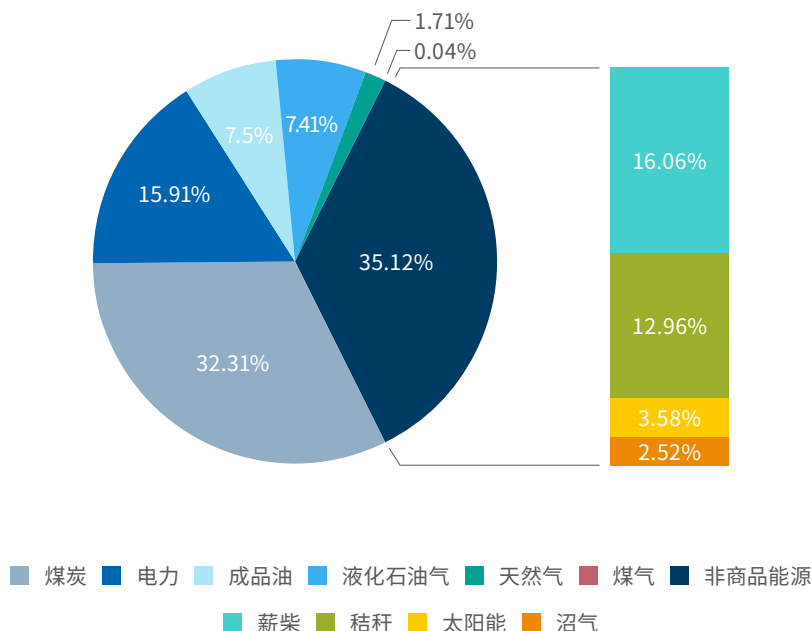
图表 4 我国城乡能源发展部分指标对比^v



^v 燃气普及率及城乡集中供热面积比率的数据来源为：中华人民共和国住房和城乡建设部，《2022年城乡建设统计年鉴》，2023年；厨电渗透率的数据来源为：中金公司，《家电更新需求占主导，期待居家消费政策》，2023年，其中，厨电渗透率具体指2021年新房装修带动油烟机和集成灶在农村地区与城镇地区市场需求中的销量占比；依赖清洁燃料和技术烹饪的人口比率的数据来源为：Stoner et al., “Household cooking fuel estimates at global and country level for 1990 to 2030,” Nature Communications, 2021, 其中清洁燃料包括液化石油气 (LPG)、天然气、沼气、电力、乙醇和太阳能。

第四，农村能源对于绿色、低碳、可持续的需求更为迫切。近年来，农村用电条件明显改善，2021年我国农业与乡村居民生活电气化率达35.2%²⁰。然而，从能源消费结构来看，农村地区清洁能源使用较少。2018年，我国农村能源消费量约为5.62亿吨标准煤，比2010年增加2.22亿吨。其中，商品能源消费量为4.26亿吨标准煤，较2010年增加2.65亿吨；非商品能源消费量为1.36亿吨标准煤，较2010年减少3300万吨。2021年，我国农村地区能源消费量约2.3亿吨标准煤，其中非商品能源占比12.2%。煤炭以及薪柴、秸秆等非商品能源仍广泛使用（图表5）。根据我国农业第三次普查数据，截至2016年末，我国农村地区仍分别有1.01亿户和0.56亿户农民使用柴草和煤作为主要做饭取暖能源²¹。此外，中国许多地区当前仍处于农业机械化率的快速提升期，农业用能快速增加，对于能源转型的需求也面临重要窗口期和机遇期。

图表 5 2018年我国农村地区生活用能能源结构²²



1.2.2 农村能源转型发展是实现乡村振兴的重要抓手

近年来，我国农村地区普遍面临产业结构单一、区域面源污染问题突出等多重挑战。在当前可再生能源发展的背景下，农村能源转型发展不仅是保障农村地区生产生活的重要前提，更是实施乡村建设行动、构建农村现代能源体系的重要内容，是促进乡村全面振兴的根本要求，将为支撑农村产业振兴、刺激农村经济发展、改善农村生态环境、拓宽农民收入渠道、强化农村社区福祉等方面发挥重要作用，助力农业农村现代化、乡村振兴和共同富裕等多重战略目标。

图表 6 农村能源转型发展对于乡村振兴的重要促进作用

	产业兴旺	生态宜居	乡村福祉
影响	<ul style="list-style-type: none"> 提高农村地区生产生活用能质量 创新产业模式，吸纳清洁技术投融资 推动农业现代化进程 	<ul style="list-style-type: none"> 农村人居环境治理与改善 	<ul style="list-style-type: none"> 强化农村地区清洁能源获取 加速供暖、烹饪等生活方式清洁升级 农村能源基础设施升级 增加非农就业
重点数据	<p>生产生活用能：2019年底，新一轮农网改造升级工程提前达到预定目标：160万口农村机井通电，涉及农田1.5亿亩；为3.3万个自然村通上动力电，惠及农村居民800万人；小城镇中心村用电质量全面提升，惠及农村居民1.6亿人²³。</p> <p>绿色低碳产业发展：据Fraunhofer ISE估计，截至2021年7月全球光伏农业装机容量超过14 GW，其中中国装机容量最大，达到12 GW²⁴。</p> <p>农机装备智能化：截至2023年底，全国安装北斗终端的农机数量已达220万台，作业效率和作业精度达到国际先进水平²⁵。2020年7月植保无人飞机全国保有量超过8万台²⁶。</p>	<p>清洁能源：2018年清洁能源占农村能源消费总量的比重为21.8%，比2012年提高8.6个百分点，秸秆和薪柴使用量减少了52.5%²⁰。</p> <p>空气质量改善：与2014年相比，2022年农村生活燃煤PM2.5排放量减少28.8万吨（减少46.2%），生物质直接燃烧PM2.5排放量减少114.2万吨（减少46.2%）；CO₂排放减少1.3亿吨；SO₂和NO_x排放量分别减少18万吨和51万吨。²⁷</p>	<p>清洁供暖：农村地区煤改电、煤改气清洁取暖率达到33%²⁸。</p> <p>生物质资源化：2020年，生物天然气年产气量14.1亿立方米，供气39.45余万户；建成秸秆成型燃料厂及加工点2664余处，年产量近1279.65万吨，推广节能炉具累计达到2742.73万台；建设秸秆打捆直燃集中供暖238处，供暖户数10.62万户²⁹。</p> <p>光伏扶贫：2012年以来，全国累计建成2636万千瓦光伏扶贫电站，惠及近6万个贫困村、415万贫困户，每年可产生发电收益约180亿元，相应安置公益岗位125万个²⁰。</p> <p>能源基础设施：2023年我国新增县域汽车充电设施11.97万台，累计保有量达28.17万台³⁰。</p>

1.3 我国农村能源转型发展面临的机遇与挑战

近年来，国家发展改革委、国家能源局、农业农村部等部门出台系列文件，对农村能源转型作出密集部署（图表 7）。包括通过财政补贴和技术指导，在农村地区加快部署分布式光伏发电和风力发电系统；培育“新能源+”产业，将新能源与农业、旅游、科技等相结合，发展绿色低碳循环经济模式，提升农村地区资源利用效率，减少能源消耗和碳排放，推动农村地区多元产业发展。这些政策为农村能源转型提供了强有力的支持和新的战略机遇期，有望推动农村地区在能源自给、经济发展和环境保护方面的全面发展。

图表 7 近年来国家政府部门出台的支持农村能源转型发展政策文件

发文时间	政策名称	国家部门
2024 年 12 月	关于公布农村能源革命试点名单（第二批）的通知	国家能源局 生态环境部 农业农村部
2024 年 10 月	国家发展改革委等部门关于大力实施可再生能源替代行动的指导意见	国家发展改革委 工业和信息化部 住房城乡建设部 交通运输部 国家能源局 国家数据局
2024 年 7 月	中共中央 国务院关于加快经济社会发展全面绿色转型的意见	中共中央 国务院
2024 年 2 月	中共中央 国务院关于学习运用“千村示范、万村整治”工程经验有力有效推进乡村全面振兴的意见	中共中央 国务院
2023 年 12 月	关于公布农村能源革命试点县名单（第一批）的通知	国家能源局 生态环境部 农业农村部
2023 年 7 月	关于实施农村电网巩固提升工程的指导意见	国家发展改革委 国家能源局 国家乡村振兴局
2023 年 3 月	关于组织开展农村能源革命试点县建设的通知	国家能源局 生态环境部 农业农村部 国家乡村振兴局
2023 年 1 月	中共中央 国务院关于做好二〇二三年全面推进乡村振兴重点工作的意见	中共中央 国务院
2022 年 6 月	农业农村减排固碳实施方案	农业农村部 国家发展改革委
2022 年 5 月	乡村建设行动实施方案	中共中央 国务院
2022 年 5 月	关于促进新时代新能源高质量发展的实施方案	国家发展改革委 国家能源局
2022 年 1 月	关于完善能源绿色低碳转型体制机制和政策措施的意见	国家发展改革委 国家能源局
2021 年 12 月	加快农村能源转型发展助力乡村振兴的实施意见	国家能源局 农业农村部 国家乡村振兴局
2021 年 10 月	“十四五”可再生能源发展规划	国家发展改革委 国家能源局 财政部 自然资源部 生态环境部 住房和城乡建设部 农业农村部 中国气象局 国家林业和草原局

但是，对比城市能源转型，当前农村能源转型发展仍存在多重风险与挑战，主要表现在以下几方面。

一是农村能源消费结构转型较为滞后。以光伏为例，根据国家能源局公开数据计算，2023 年我国新增光伏装机规模达到 216.88 GW，同比增长 148.12%，接近此前四年的装机量总和。相对于分布式可再生能源在农村地区装机量的大幅增长，农村能源消费结构不平衡不充分的问题尚未得到根本性调整，农业生产和农村生活的电气化升级与清洁转型依旧迟滞。部分省份装机增长速度远超当地平均负荷，出现配电网电力消纳不足向主网返送等现象。河南山东湖北等省份的多个区域已成为“接入承载力红色警戒区”。**二是当前农村地区新型能源基础设施仍不足**

以支撑可再生能源的快速发展和消费需求。以电网为例，农村电网升级改造速度还未匹配上可再生能源发展速度，源网不匹配导致导致电力设备重载和电压越限等运营风险不断增加，农村电网对于分布式可再生能源的承载能力依然有限。再如新能源汽车充换电等基础设施，在农村地区依然覆盖率不足。**三是农村可再生能源开发过程中的不公平问题。**利益分配不均、运维责任不明、技术支持不足、监管难度大，使得农民在分布式能源开发项目中往往处于被动角色，不仅限制了能源开发带来的本地红利，而且衍生出诸多不公平问题。例如部分企业进行不规范的光伏备案，将融资租赁模式伪装成屋顶租赁模式，让农户承担了项目开发过程中的额外责任和风险，侵害了农户利益和合法权益。许多屋顶租赁模式中农民获得的屋顶租金收益，仅占项目周期总收益的极小部分；部分项目设计和施工不规范，为当地社区带来了安全隐患。

综上所述，我国农村能源转型发展机遇与挑战并存。一方面，农村能源转型发展正面临前所未有的重大机遇，国家各部门也为农村能源转型发展提供了有利的政策环境。另一方面，当前农村地区能源转型发展仍存在一系列风险与挑战。

1.4 农村能源合作社的国际经验对于我国农村能源转型发展的借鉴意义

体制机制创新将成为未来我国农村能源转型发展的关键驱动因素。从近年来国家各部门的部署要求来看，推动体制机制创新是农村能源转型发展和乡村振兴协同推进的关键驱动力。2022 年国家发展改革委、国家能源局《关于促进新时代新能源高质量发展实施方案》中明确提出，创新新能源开发利用模式，促进新能源开发利用与乡村振兴融合发展，包括统筹农村能源革命与农村集体经济发展，培育农村能源合作社等新型市场主体，鼓励村集体参与新能源项目开发。这为我国进一步推动农村能源转型发展指明了方向。

农村能源合作社的国际实践直指农村能源转型的核心问题，对我国现阶段农村能源转型发展有着重要的借鉴意义。第一，农村能源合作社提供了在农村地区集体开发、民主参与、利益共享的组织模式，为能源项目的资源整合、技术应用、社区参与和公平分配等提供了宝贵的经验和启示。第二，国际上可再生能源合作社的经验有助于识别和突破我国当前农村可再生资源开发利用的瓶颈，如资源分散、基础设施薄弱、产业协同能力弱、就地消纳不足等问题，并为之提供了可参照的解决方案。第三，农村能源合作社在持续进行技术和模式的创新迭代，全方位推动农村能效提升、探索农村金融创新、提供数字化解决方案、开拓多方合作模式。通过借鉴并优化国际模式，我国可以更好地推进农村能源转型发展，优化资源配置，提升能源体系的多元、可持续和公平发展。第四，农村能源合作社的国际经验对于我国培育包括能源合作社在内的新型能源主体具有现实意义。我国拥有合作社发展的长期历史和庞大基础，在当前对于推动我国农业现代化进程和带动小农户与现代农业发展衔接发挥着重要作用。截至 2023 年 10 月末，依法登记的农民专业合作社达到 221.6 万家。通过借鉴农村能源合作社的国际经验，以合作社发展现实为基础，探索农村可再生能源共建共享机制，拓展多元化集体经济发展形式，提升农村能源社会化服务能力。

作为农村地区资源整合利用的重要组织形式，农村能源合作社在全球范围内得到了广泛发展，并在促进国家和地区可再生能源发展和提升当地社区福祉等方面取得了显著成果。然而，目前关于农村能源合作社的系统性研究和相关报道仍较为匮乏。因此，本报告旨在填补这一研究空白，包括系统梳理国际上农村能源合作社的发展历程，整理不同国家和地区合作社的所属性质、运营模式和业务重心，评估合作社的环境、社会、经济效益，并对其现阶段面临的挑战和机遇进行分析，以期为我国在制定完善相关政策体系、推动体制机制创新提供理论参照和实践参考，助力我国加快实现农村能源转型发展和农业农村现代化。

2. 农村能源合作社的发展历史与现状

2.1 农村能源合作社的概念、定义和主要特征

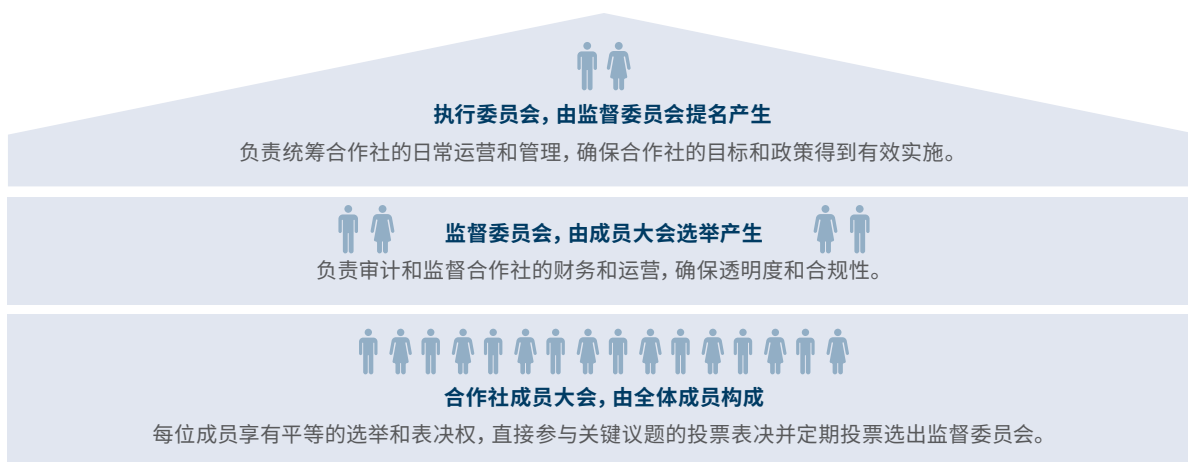
农村能源合作社是合作社的一种类型，即由农村居民自愿组成、集体所有的合作组织，旨在共同开发、管理和利用农村地区的自然资源，包括化石能源和风、光、生物质、地热等可再生能源资源，以提高农村地区的能源供应和可持续发展。与合作社的基本原则相似，农村能源合作社同样有一些核心原则和典型特征（图表 8）。

图表 8 农村能源合作社的核心原则和典型特征

原则	特征
自愿参与	强调社区居民的自愿参与，共同拥有能源项目的所有权
集体决策	合作社成员积极参与合作社发展和能源项目的开发及运营的决策，享有平等的权利，例如通过一人一票制度，而无论其拥有多少股份；一般通过投票选举管理层来领导合作社
自治独立	确保合作社及其社区能源项目由其成员控制，尤其是在达成外部协议或从外部筹资时
利益共享	成员通过合作社的能源发展举措中获得经济、社会和环境效益，并确保各成员利益得到平等对待
回馈社区	合作社通过各种形式促进当地社区的可持续发展，旨在提高其成员福祉

能源合作社的内部组织原则和结构特点，塑造了上述的合作社典型特征，同时也是合作社实现内部互信、决策共识和集体行动的重要基础。在集体决策和民主管理的组织原则下，合作社通常由成员大会、监督委员会、执行委员会或董事会三层架构负责组织管理（图表 9）。成员大会是合作社的最高权力机构，由所有成员构成，每位成员享有平等的选举和表决权，直接参与关键议题的投票表决并定期投票选出监督委员会。监督委员会负责审计和监督合作社的财务和运营，确保透明度和合规性。执行委员会或董事会，一般由监督委员会提名产生，负责统筹合作社的日常运营和管理，确保合作社的目标和政策得到有效实施。根据地区和国家法律框架和业务实践需求，各合作社具体运行机制和组织架构在此基础上发展演变，有所差异。

图表 9 农村能源合作社的一般组织架构



能源合作社在不同国家和地区有不同的概念、法律定义和学术术语。在美国、菲律宾和孟加拉等国家，一般称为农村电力合作社（Rural Electric Co-operatives, REC），注册为非营利组织。在欧洲，能源社区（Energy Communities）的概念也比较广泛。欧盟通过“清洁能源一揽子计划”（Clean Energy for All Europeans Package）建立了能源社区的法律框架，针对“可再生能源社区（Renewable Energy Community, REC）”和“公民能源社区（Citizen Energy Community, CEC）”形成了法律框架和规范（详见 2.2 章节）。从实际情况来看，能源合作社是国际上能源社区的主要法律注册形式。如德国共有超过 1700 个公民能源社区，其中约一半注册为能源合作社。荷兰、丹麦、西班牙等国家的能源社区也主要注册为合作社这一法律形式。此外，部分拥有类似于能源社区性质的组织，使用其他的法律注册形式，包括社区福利社（Community Benefit Society）、社区利益公司（Community Interest Companies）等。

除了能源合作社，目前许多学术文献使用过不同的术语来描述公民主导的能源项目，如社区能源（community energy）、社区可再生能源（community renewable energy）、综合社区能源系统（integrated community energy systems）、清洁能源社区（clean energy communities）、地方社区倡议（local community initiatives）、低碳社区（low-carbon communities）、合作能源（cooperative energy）等。与能源合作社一样，这些不同术语指代下的公民主导的能源项目拥有一致的内涵：即前文所述的社区参与、民主决策、自治独立、帮助本地社区对抗能源贫困以及满足社区能源需求等。**因此，本文使用“（农村）能源合作社”这一集体术语来指代所有具有合法法律形式的多形式公民能源集体组织。**

值得注意的是，在国际上能源合作社的概念并不局限在农村地区，但是相比城市：**一是能源合作社在农村地区的典型意义更强：**能源合作社对于农村地区的环境、社会和经济效益具有更大的积极影响，有助于应对农村地区普遍存在的公共服务、基础设施、能源贫困等问题，尤其是对于偏远落后地区和全球众多的欠发达地区。**二是能源合作社在农村地区的普遍意义更大：**一方面人口较少的农村地区发展出远高于其人口比例的公民能源集体组织，拥有更广泛的推广意义。例如据英国能源和气候变化部（DECC）统计，3607 个能源团体有 59% 位于城市地区，41% 位于农村地区，而相对的，英国只有 18% 的人口居住在农村地区。另一方面，如前文所述，农村地区对于可再生能源发展领域拥有显著优势和潜力，包括更大的可再生能源资源开发空间和更丰富的可再生能源资源，对于全球发展中国家地区拥有更大的启示和借鉴意义。

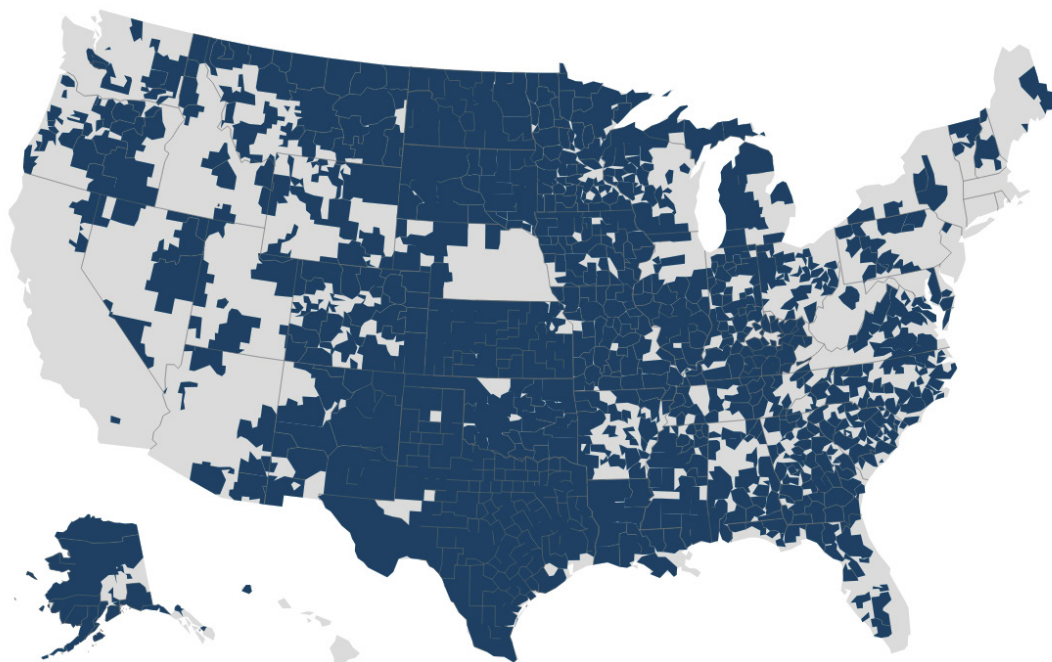
2.2 不同国家农村能源合作社的发展历史

农村能源合作社作为成员所有制的实体，在不同国家拥有相似的发展脉络和历史，推动了当地对传统能源管理和分配方式的革新，对能源获取、可再生能源的推广、能源转型和能源民主化做出了贡献。美国农村电力合作社、欧洲可再生能源合作社、日本农村能源合作社分别在 20 世纪 30 年代、20 世纪末和 2011 年福岛核事故之后开始陆续发展。

(1) 美国——作为公共服务机构性质的农村电力合作社

美国的农村电力合作社是为了以合理的价格解决农村供电问题而出现的，以合作社成员所有的非营利组织形式。20 世纪 30 年代中期，只有 10% 的农村居民家庭连接到美国电网。与城市相比，建立连接低密度地区的电网更加困难和昂贵，而投资者拥有的公共事业公司仅提供有限的服务。1936 年（罗斯福新政时期），美国政府通过了《农村电气化法案》，建立了针对农村电气化的低息贷款项目，并成立了农村电气化管理局（REA），即现在的农村电力服务局（RUS）前身。地方的农民合作社通过向 REA 借款建立输配线路，在 REA 的全面参与和指导下建立形成了农村电力合作社，在非营利的基础上为地方消费者提供服务，同时享受一定的免税，并在购买成本较低的联邦生产电力时享有优先权。到 1953 年，美国 90% 以上的农场都通了电；现如今，美国约 99% 的农场都有电力服务，其绝大部分是由本地的农村电力合作社所提供的。农村电力合作社几乎为美国每个州、超过 4200 万人提供电力服务（约八分之一的美国人口）^{vi}，其中 80% 从一个或多个发电 / 输电合作社购买电力。合作社主要服务于农村地区，覆盖面积达到美国 56% 的土地面积（图表 10）。

图表 10 美国农村电力合作社为超过一半的地区提供电力服务³¹



^{vi} 美国覆盖超过4200万人的农村电力服务主要来自于近1000家农村电力合作社，但也包括大约50个其他农村公用事业单位，这些单位也是美国电力合作社协会（NRECA）的成员。

(2) 欧盟——通过法律框架推动农村能源合作社迅速发展

欧洲能源合作社的起源与 1970 年代的石油危机和反核运动密切相关，这推动了对替代能源范式的根本转变，加速了国家能源转型。能源合作社的兴起既是技术向可再生能源的转变，也是能源所有权的变革，促进了以社区为驱动的分散能源解决方案。根据欧盟委员会的预测，到 2030 年，社区主导的合作倡议预计将拥有 17% 的风力发电能力和 21% 的太阳能装机能力³²，代表着能源所有权模式的重要转变。

欧盟通过“清洁能源一揽子计划”（Clean Energy for All Europeans Package）建立了能源社区的法律框架（图表 11），其中包括在 2018 年和 2019 年陆续出台的《欧盟可再生能源指令》（RED II）和《欧盟电力市场指令》（IEMD），分别针对“可再生能源社区（REC）”和“公民能源社区（CEC）”建立了中央法规，并明确呼吁促进和推动分布式能源生产和消费，使之能够参与创新业务领域，如聚合、区域电力（原产地保证）、点对点能源交易、能源共享和能源市场灵活性交易。

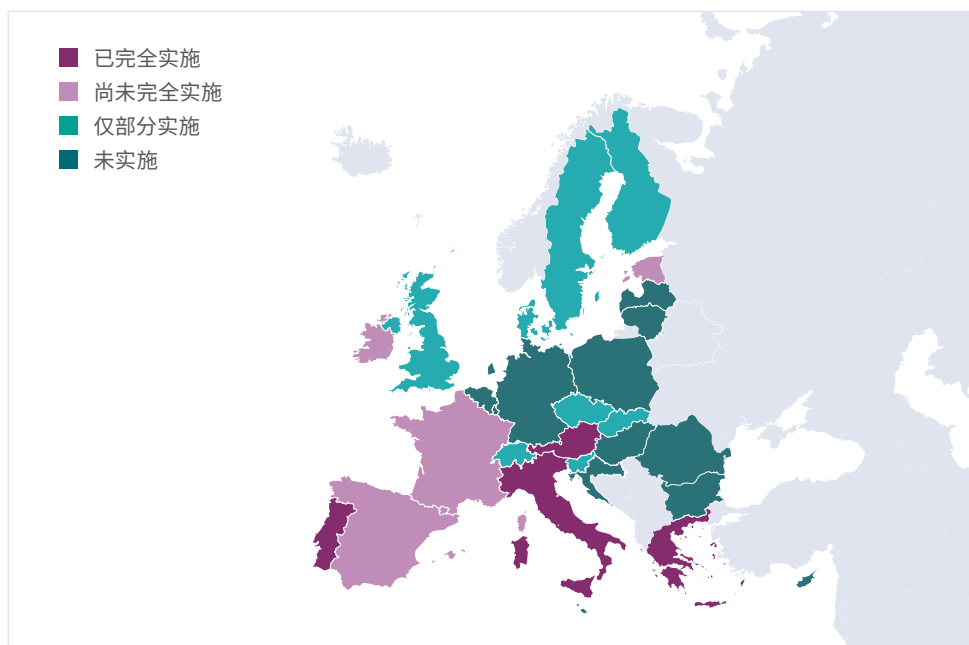
图表 11 欧盟对于公民能源项目的法律框架

历史沿革		
在21世纪初电力市场自由化的基础上，欧盟的清洁能源一揽子计划大大扩展了这一自由化。目的是让所有利益相关者都能竞争性的参与能源系统，通过法律框架明确支持小型市场参与者和发电与消费分散化。		
核心法律		
	《可再生能源指令》（RED II） （欧盟）2018/2001	《电力市场指令》（IEMD） （欧盟）2019/944
	将可再生能源社区（REC）定义为仅限于可再生能源，包括电力和供热领域。此外，还对地理范围有所约束，要求当地社区和能源社区发电厂之间应在地理上接近，且社区应拥有所有权和开发权。旨在促进成员国可再生能源发展。	将公民能源社区（CEC）定义为能源市场中的新角色，其范围仅限于电力领域，可基于可再生能源和化石能源；规定了运营配电网的可选权力。旨在确保能源市场的公平竞争环境。
两项指令都允许公民以协会、合作社或类似组织的形式在能源系统内集体组织起来。定义了能源社区非纯粹商业市场参与者，应具备经济、生态和社会的融合目标，包括自愿参与、自治、非营利目的等共同标准。		
标准差异		
	REC	CEC
成员	会员资格受到更多限制，仅对个人、地方当局以及参与不代表其主要经济活动的微型、小型和中型企业开放。	所有利益相关方均可参与，只要大型商业成员或主要经济活动在能源领域的股东不行使决策权
自治	要求参与成员和股东具有自治权，允许本地中小企业参与	不要求自治，但规定决策权不得赋予规模较大或主要业务在能源领域的成员或股东

希腊于 2018 年率先通过了《能源社区法案》（Law4513/2018），成为欧洲第一个出台全面法律框架支持能源社区发展的国家。尽管该法案未对 REC 和 CEC 进行区分³³，但为能源社区的建立和运营提供了清晰的法律依据，奠定了其在能源社区发展中的先行者地位。此外，葡萄牙、比利时、立陶宛、法国、奥地利、捷克、卢森堡、爱沙尼亚、爱尔兰、意大利、瑞典和斯洛文尼亚也已经全部或部分实施了欧盟关于 REC 的法律框架。CEC 框架尽管已于 2019 年启动，但进展相对缓慢，仅有法国、比利时、奥地利和丹麦等少数国家提出了具体的立法建议。

波兰、克罗地亚、塞浦路斯、拉脱维亚、德国和荷兰尚未对 CEC 和 REC 建立法律框架。不过，荷兰和德国已有针对能源合作社活动（如能源生产和能效服务）的法律框架。例如，荷兰针对合作社和业主协会成员在同一或邻近邮政编码区域内的电力生产提供税收减免（Postcodeoosrege-ling），同时通过净计量法规（Net Metering）允许用户将其自家产生的电力与电网中其他用户共享，并根据用户实际消耗的电量计算账单，为能源自产自消提供了经济激励，鼓励更多人安装可再生能源系统。

图表 12 欧盟 27 国(含英国)IEMD 及 RED II 法律框架实施情况³⁴

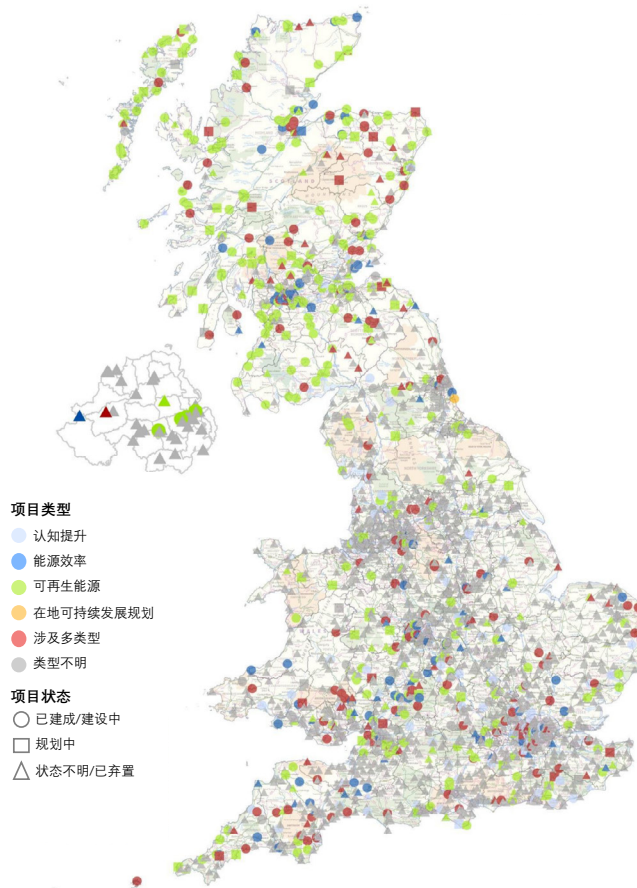


(3) 英国——推广可再生能源与技术的社区能源

在英国，农村能源合作社是能源市场自由化和可再生能源技术与政策发展的共同产物。上世纪 90 年代初起，英国政府对能源市场进行私有化改革，逐渐形成高度自由化、发输配售环节职能分开的市场。同一时期，英国发布了第一个可再生能源推广政策《非化石能源义务》（1990–2002），并于 1991 年投产运行全国第一个并网风机发电厂。1997 年英国新工党政府推出了第一个可行性和资本投资计划：社区能源计划，同年英国第一家能源合作社 Baywind 创立，2002 年 Baywind 成立了 Energy4All 平台，以支持更多能源社区的发展。

进入 21 世纪，随着围绕气候变化和能源安全的讨论不断增长，英国政府持续提升可再生能源发展目标和支持力度，可再生能源开发、尤其是分布式发电成本也随着市场推广和技术进步而不断降低。同时，由于土地私有化制度，分布式可再生能源的发展依赖于与拥有土地的个人紧密合作，同时受限于自然环境条件，部分地区对商业投资者的吸引力不足。在此背景下，可再生能源合作社不断涌现。2009 年引入的上网电价补贴政策为英国可再生能源项目提供了激励，成为英国社区能源发展的关键转折点，这一时期英国城市和农村地区的社区可再生能源项目数量激增。2014 年英国政府发布《社区能源战略（Community Energy Strategy）》之后合作社发展增速达到了顶峰，其中强调了赋能公民和社区参与可再生能源生产运营、能效管理、能源采购等对于实现国家能源安全与气候目标、增加就业机会和居民收入及社区凝聚力的重要性，并承诺支持和挖掘社区能源的巨大潜力。

图表 13 2008–2014 年间在社区能源领域活跃的的英国社区团体³⁵



(4) 德国——致力于能源转型的可再生能源合作社

德国的能源合作社有着悠久的历史。20 世纪初，早期许多能源合作社以化石燃料为基础为农村提供电力，如 1912 年在巴登 - 豪英根成立的豪英根能源合作社 (Elektrizitäts-Genossenschaft Hauingen, EGH³⁶)。20 世纪 70 年代，由于气候问题、能源安全需求以及反核情绪等因素，德国能源转型运动兴起。当时，大型公用事业和能源公司不愿投资可再生能源，这为合作社成为可再生能源领域的关键参与者创造了机会。以可再生能源为重点的能源合作社赋予公民成为能源生产者的能力，促进了实现地方能源目标的集体化方式。通过吸引地方政策制定者、社区导向型企业和区域协会等多元利益相关方，这些合作社凝聚地方支持以实现可再生能源目标。尽管可再生能源合作社起步较晚，但发展迅速，特别是在太阳能领域，从 2007 到 2010 年德国太阳能合作社数量从 4 个增长至超过 200 个³⁷。截至 2021 年，德国共拥有 951 家能源合作社，总会员人数达 22 万。³⁸ 如今，可再生能源合作社已成为推动德国能源转型的重要力量。

(5) 荷兰——推进能源民主的能源合作社

20 世纪 70 年代石油危机爆发后，欧洲市场油价剧烈波动，各国纷纷寻求替代能源，以多元能源体系保障能源安全。自 1970 年代起，荷兰也开始探索太阳能、风能等可再生能源利用。1979 年的《第二能源白皮书》提出了荷兰首个可再生能源政策，尽管支持力度有限，但该政策在 1980 年开放了地方电网接入权限，允许农民和社区开始生产本地化能源，削弱了地方电力垄断，为能源合作社的成立奠定了基础。

与此同时，国际多起核泄漏事故引发荷兰社会对核能的质疑，公众对于发展社区能源、清洁能源的呼声日益高涨。在 1980 年代，部分环保先驱通过建立小型风力涡轮机合作社来推进绿色能源，这一行动在荷兰弗里斯兰等地逐渐

推广开来。合作社通过社区集资、成员管理、集体拥有和运营风能设施，促进了社区的能源独立与民主化。1989年《电力法》进一步确立这一模式，规定能源供应商必须以标准价格购买分散生产的电力，并保证电网接入。进入21世纪后，荷兰进行能源市场自由化改革，大型能源公司逐步私有化，提供了更多的政策空间和市场机会。合作社在这一背景下迅速发展，以“来自我们、为了我们、由我们提供的能源”为口号（energie van, voor en door ons zelf），强调社区成员的直接参与和决定权，成为推动绿色能源和能源民主的载体。目前，荷兰共有超过700个能源合作社，总社员超过13万人。³⁹

图表 14 荷兰的能源合作社地理分布情况⁴⁰



(6) 西班牙——应对能源开发负担的能源合作社

西班牙的能源合作社主要经历了两个发展时期，第一个时期是20世纪初为偏远地区解决电力覆盖不足问题，第二个时期是2010年以来以可再生能源为核心的新型能源合作社迅速发展。⁴¹2013年《西班牙电力法》（Law 24/2013）首次明确了能源合作社在电力市场中的合法地位，推进电力市场自由化，但合作社在寡头垄断的市场中仍面临竞争压力。2018年皇家法令（Royal Decree-Law 15/2018），推动光伏自用模式，取消“太阳税”，允许多用户联合自用，为合作社提供更灵活的操作空间。2020年皇家法令（Law 23/2020），引入“能源社区”（Energy Communities）的法律定义，鼓励地方资源利用和公民参与，推动合作社在能源领域进一步发挥作用。2010年成立的Som Energia是西班牙第一家专注于生产和供应绿色能源的合作社，通过太阳能、生物质能和风能等多种形式实现100%可再生能源供应，其发展迅速，目前拥有85,864名成员，每年生产电力71.11 GWh。⁴²截至2021年西班牙共有超过30个能源合作社，其中只有少数合作社拥有发电项目。

(7) 丹麦——作为能源供应主力之一的能源社区

丹麦在公民参与电力和热力供应方面有着悠久历史。早在欧盟能源市场自由化之前，电力和热力就被定义为公共物品。自1970年代以来，丹麦政府一直在为应对石油危机而制定各种法律框架和机制，包括对社区拥有的风力发电场的收入免税、保证电网连接、购买义务和优先输送等，并引入固定上网电价，以促进能源社区和可再生能源（主要是风能）的发展。最初，能源社区必须位于发电厂附近；后来这一地理限制被取消。20世纪80年代，得益于国家立法，许多公民风电项目以普通合伙企业的形式成立，其通常称自己为风力发电合作社（Vindmøllelaug）。2002年，丹麦政府修订了可再生能源补贴，包括将风能的上网电价补贴转向溢价补贴，导致社区拥有的风电项目减少。2009年，政府对风能项目提出了新要求：这些项目有义务向半径4.5公里内的居民和企业提供至少20%的所有权股份——这一政策有力促进了公民参与能源项目^{vii}。截至目前，丹麦共有超过700个能源社区，超过23%的风能发电容量由能源合作社拥有，成员约有15万户家庭⁴³，约40%的热力由合

^{vii} 这项政策已于2020年6月废除。

作社拥有的区域供热系统提供^{viii}。

(8) 日本——缓解能源危机的农村能源合作社

合作社在日本农业和农村发展中长期发挥着重要作用，如今，可再生能源开发进一步拓展了合作社的角色。由于本土资源匮乏，日本长期严重依赖化石能源进口。1973年石油危机之后，日本逐渐减少石油消费，加大天然气进口，并加快核电发展速度。日本于2009年启动太阳能发电富余电量收购制度，但由于成本高、供应波动、电网接纳意愿不足等原因，对可再生能源发展刺激较小。在2011年福岛核事故之后，日本大幅减少对核电的依赖，迫切寻求多样化能源供应。此后，日本政府陆续制定新政策和新制度，通过创设用地制度、金融补贴制度等更强有力的政策环境刺激可再生能源发展。日本农村能源合作社的发展也得益于此。

2011年日本参议院通过了《关于电气事业者采购可再生能源电气的特别措施法》（简称《可再生能源法》），包括一系列电价补贴机制，规定电力公司有义务购买个人和企业利用太阳能等发电产生的电力。2013年日本出台《关于促进农林渔业健康发展和和谐可再生能源发电的法律（农村可再生能源法）》，旨在通过在农村地区推进太阳能、风能、水力及生物能等可再生能源发电项目，增强地方活力，促进当地农林渔业发展；同时明确了“要将可再生能源发电利润返还给当地社区”和“防止无计划地开发可再生能源导致农业用地损失”的两条农村可再生能源开发基本原则，体现了将农村能源发展与当地民生和农业产业共同发展的重要理念⁴⁴。之后日本农林水产省、经济产业省、环境省和农村振兴局等部门针对法律施行规则等方面出台一系列政策指导文件，并制定了基本方针、基本计划等政策文件，对农村地区开发可再生能源作出了详细规定。这些政策也对日本农村合作社承担能源项目起到了支撑作用。

图表 15 英国第一家能源合作社 Baywind 及其成立的 Energy4All 平台（左）；西班牙第一家可再生能源合作社 Som Energia（右）

 <p>BAYWIND & Energy4All - United Kingdom</p> <p>Baywind合作社是英国第一家能源合作社，成立于1997年，现有成员1217名。2002年，在Baywind合作社的协助下，Energy4All成立，旨在帮助其他社区能源计划取得成功。截至2023年，Energy4All帮助33个可再生能源合作社成立，超过1万7千名社员参与其中。</p> <p>www.baywind.coop energy4all.co.uk</p> <p>Energy4all协助下的Westmill太阳能合作社，位于威尔特郡/牛津郡边界的沃奇菲尔德附近的Westmill太阳能园区占地30英亩，拥有超过20,000块多晶硅光伏板，年发电量为4.8吉瓦时 © Westmillsolar</p>	 <p>SOM ENERGIA - SPAIN</p> <p>Som Energia是西班牙第一家可再生能源合作社，成立于2010年。目前Som Energia拥有85,307名成员和118,173份零售合同，每年生产电力63.03 GWh。</p> <p>www.somenergia.coop</p> <p>位于塞维利亚洛拉德德里奥LaMatallana太阳能项目 ©Som Energia</p>
	

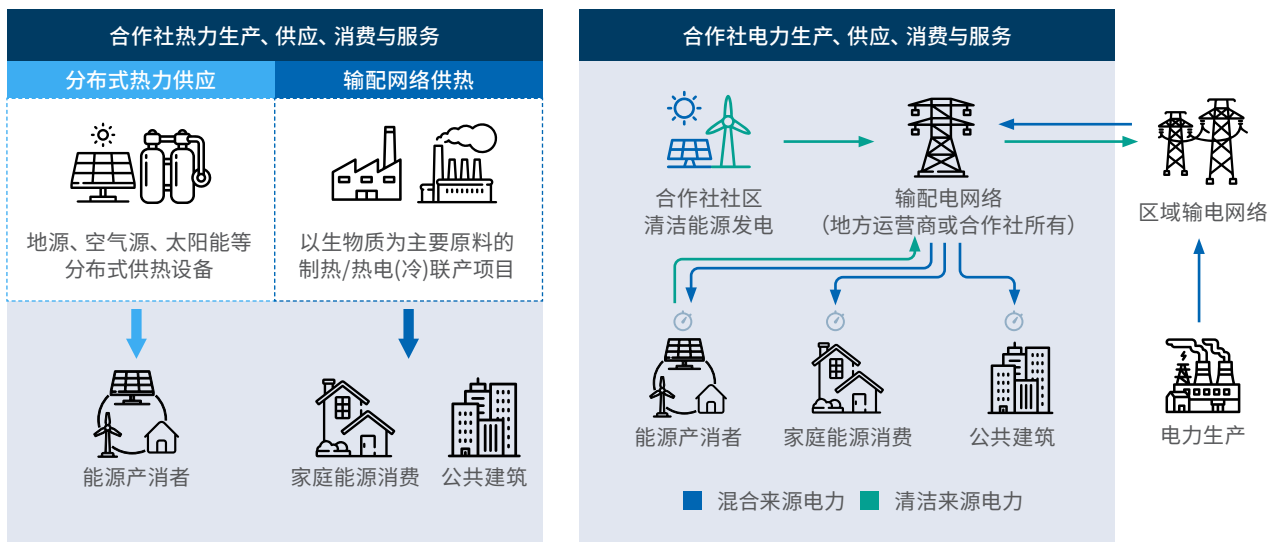
^{viii} 丹麦约65%的热力由区域供热系统（district heating）提供，其中合作社约占区域供热市场三分之二的市场份额，详见 <https://www.rescoop.eu/uploads/rescoop/downloads/Guidelines-on-CHC.pdf>

2.3 农村能源合作社的主要类型和发展规模

能源合作社的活动可以涵盖从能源生产（电力、热力）、能源供应（配售电、区域供热）、能源消费到能源服务（能源咨询、能源效率提升等）的完整价值链。迄今为止许多能源合作社的活动仍主要集中在本地可再生能源发电项目和向成员的能源供应。例如德国能源合作社 80% 以上的活动集中在发电、供热等能源生产环节，少部分涉及能源分配、能效提升和能源项目咨询与投资⁴⁵。

在能源类型和拥有资产方面：国际上能源合作社既有化石能源类型，也有可再生能源类型；既可拥有发电资产，也可拥有输配电资产。如美国农村电力合作社拥有全美 42% 的配电网资产，主要覆盖乡村地区。配电合作社多数通过长期全额购电协议与发电输电合作社签订合同，二者可视为接近垂直整合的结构。欧盟也授予了公民能源社区“管理其运营区域内配电网”的权利^{ix}，其中爱沙尼亚、德国^x、希腊、马耳他和葡萄牙已将此选项纳入至其国家法律中。在开发资源类型方面，欧洲和日本能源合作社以可再生能源为主，包括太阳能、风能、生物质、小水力和地热等。美国、菲律宾和孟加拉等国家农村能源合作社则以煤炭、天然气等化石能源发电为主，例如美国所有农村电力合作社中，可再生能源发电占比仅有五分之一。

图表 16 农村能源合作社主要的能源活动模式



全球许多地区都有农村能源合作社的分布。

在欧洲：截至 2024 年初，欧洲约有超 9000 个正在运行的能源社区，社员超过 150 万人⁴⁶，针对可再生能源发展的欧洲能源社区联盟 REScoop 覆盖超 2500 个可再生能源合作社⁴⁷，其中 80% 位于德国和丹麦。

- 德国截至 2021 年末共拥有 951 家能源合作社，100% 提供清洁能源，总会员人数达 22 万⁴⁸，可再生能源发电量近 8.8 TW，占全国 3.5%⁴⁹。
- 丹麦约有 700 家合作社，成员覆盖约 150,000 户家庭⁵⁰，主要以风电合作社为主，截至 2015 年，可再生能源合作社拥有超过 23% 的风能装机总量；另外，自 1970 年代以来，能源合作社越来越多地参与丹麦的区域供热。丹麦政府统计显示，2016 年丹麦共有 407 家区域供热供应公司，其中 341 家是合作社；到 2021 年，丹麦约 40% 的热力由合作社运营的区域热力系统提供，其中三分之二来自可再生能源和废弃物制热。

ix 欧盟《电力指令》第16(4)条。

x 德国法律没有任何关于能源合作社的禁令，因此默许公民能源社区能够在其运营区域内管理配电网。

- 荷兰截至 2023 年末共有 714 个能源合作社，参与能源合作社的活跃公民数量超过 13 万人⁵¹，太阳能总装机量达 319 MW。
- 希腊共有 1487 个能源社区，可再生能源装机量约 337.5 MW³⁶。
- 英国目前约有 300 家能源合作社，成员人数约 12 万人，可再生能源装机量近 200 MW，约占全国可再生能源装机量的 1% 左右。
- 在法国和意大利等南欧国家，可再生能源合作社发展较为滞后。

在北美洲：美国农村电力合作社销售额超过全美国电力消费的 10%，电力负载约占全国的 13%，为 48 个州超过 2150 万个企业、家庭、学校和农场供电，服务覆盖 4200 万人口¹⁴。加拿大 2021 年活跃的可再生能源合作社（REC）为 49 个，其中三分之二都位于安大略省^{xi}。

在南美洲：阿根廷约有 600 个农村电力合作社⁵²，贡献了全国 10% 的电力生产，成员人数为 190 万人，服务全国 58% 的农村居民，约 760 万人，占全国人口的 17%⁵³。玻利维亚目前约有 20 个电力合作社，电力负载占全国的 30%，为超过 100 万人提供服务，其中最早成立的农村电气化合作社 CRE（Cooperativa de Rural de Electrificación Ltda.）是目前世界上最大的农村电力合作社，服务覆盖 60 万人⁵⁴。巴西拥有超过 100 万的能源合作社成员⁵⁵。

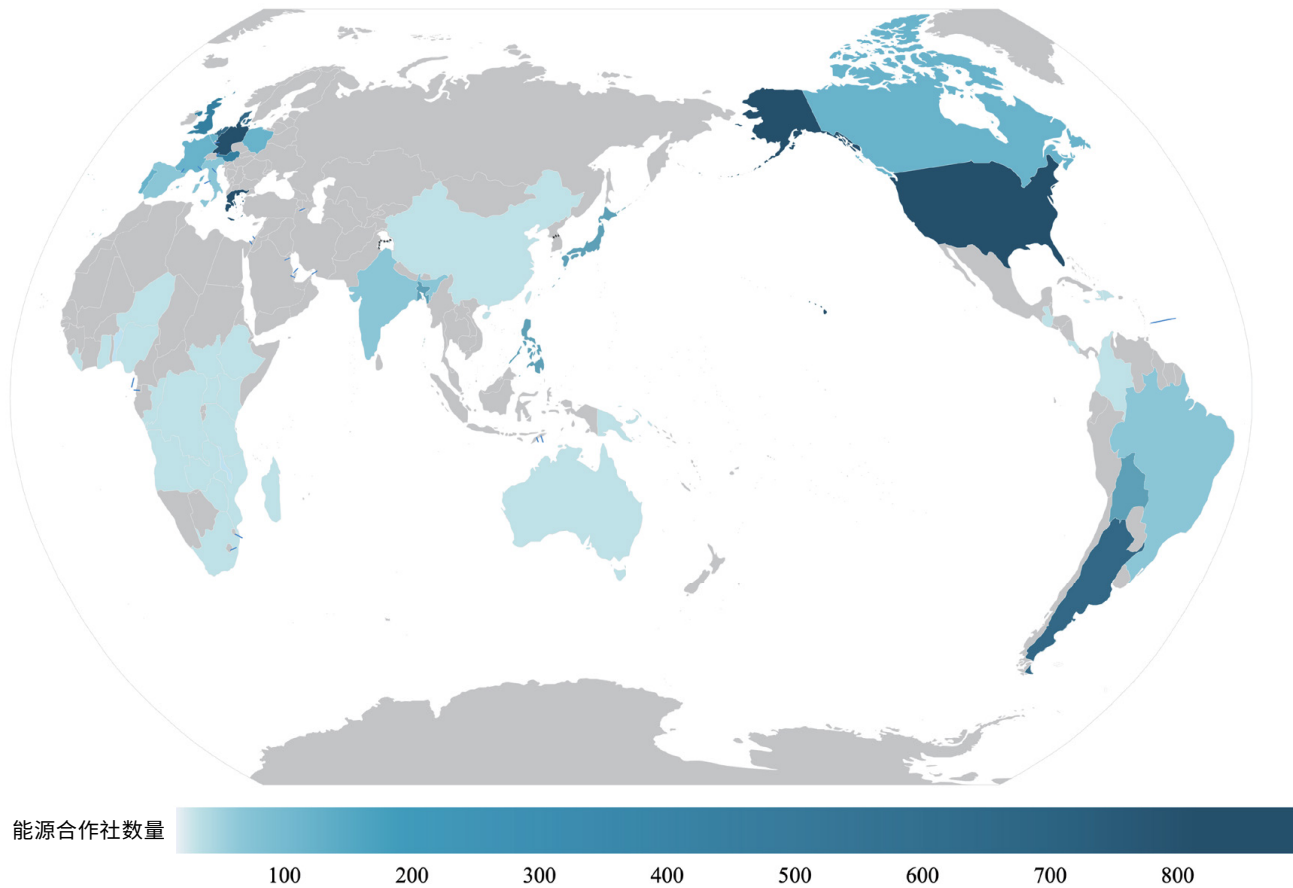
在亚洲：菲律宾约有一半的农村家庭依赖于能源合作社供电⁵⁶。孟加拉的农村能源合作社覆盖了 85% 的乡镇地区，服务对象约 2500 万人，高峰需求量为 6440MW。日本有 200 余家能源集体项目促进可再生能源利用⁵⁷。尼泊尔约有 200 余家农村电力合作社，印度正式登记的农村电力合作社中约 33 家仍在运营⁵⁸。

在非洲：能源合作社主要用于解决农村地区的能源可及性问题，在世界银行、美国农村电力合作社国际基金会（NRECA International）等国际援助项目的支持下，坦桑尼亚、利比里亚、乌干达、赞比亚等国发展了一批能源合作社，通过铺设光伏、建设微电网等方式为农村地区提供电力，但目前能源合作社在非洲的整体数量还十分有限⁵⁹。

澳大利亚的合作社由州和领地政府机构监管，自 1996 年以来大多数州和领地政府采用澳大利亚合作社法全国方案管辖，能源与电力相关的合作社共计 12 个⁶⁰。

xi 加拿大合作社研究中心（CCSC）发布的加拿大可再生能源合作社普查报告表示，2021年活跃的合作社数量由89个下降至49个，效益评估涵盖了经济-社会-环境-技术四方面，详见<https://usaskstudies.coop/documents/research-reports/renewable-energy-co-operatives-in-canada-updated-final-report.pdf>

图表 17 各国能源合作社数量



3. 农村能源合作社的商业模式剖析

农村能源合作社的运营管理遵从成员自愿参与、集中决策、利益共享等原则，这使得合作社的初衷不是利润最大化，而是将利润再投资于社区，并为社区成员提供服务。尽管农村能源合作社同样基于商业化运作，但其商业模式通常与企业与传统公用事业不同，发展出较为独特的运作机制。

3.1 融资、收益和利益分配机制

3.1.1 融资机制

农村能源合作社的融资模式根据国家、地区和项目不同而存在差异。一般有以下渠道：

图表 18 农村能源合作社的主要融资渠道

融资渠道	具体形式
金融机构商业贷款	通过商业银行获得贷款
政府担保的低息贷款	由国家或地方政府提供贷款担保得到的金融机构贷款，许多是无息或低息贷款
出售股权或债券	合作社与公共信贷机构合作，向居民出售股权或者债券，或向客户提供股票、参与营销、提供有关基础设施建设或运营建议等来帮助合作社吸引新成员
合作社成员会费	通常包括一次性的入会费和每年需支付的年费等，部分合作社根据会员的能源消费量或收入水平收取不同的会费 ^{xii}
购电协议	农村能源合作社在项目开发阶段直接与购电方签署购电协议来帮助实现融资
众筹	通过平台汇集众多小规模投资者的资金支持，根据提供资金和回报方式不同，常见形式有基于捐赠的众筹、基于股权的众筹和基于债务的众筹

此外，不同国家和地区政府的政策扶持对于农村能源合作社的建立起到重要的促进作用。美国农村电力合作社的大量输配电资产，主要在上世纪 30 年代凭借政府直接提供的每年超过 1 亿美元的贷款和税收减免得以建立。英国给予合作社的补贴平均达 2.2 万英镑，包括前期可行性研究、固定资产的投资经费补助等；此外，英国《社区能源战略》里对地方政府、能源企业、市场管理者、金融机构等各方应该积极支持社区能源工作开展提出了更为明确的要求，消除了合作社在项目评估、融资、并网、销售、风险管控、运营管理等方面的阻碍。英国社区能源基金（Community Energy Fund）还为包括合作社在内的社区可再生能源开发项目提供最高 4 万英镑的可行性研究经费，对于已经通过前期可行性评估的项目，还可以继续申请最高 10 万英镑的支持经费，用于技术可行性研究、申请地方规划许可和设计商业模式等。日本针对可再生能源发电项目出台了多项税收优惠政策，如降低了固定资产税的征税标准，根据可再生能源类型和装机功率，可再生能源设备固定资产税减免至 1/2 ~ 3/4 不等⁶¹。此外，合作社向市町村政府申请可再生能源发电项目，若获批便可享受金融优惠政策，包括日本农林水产省和当地县市的可再生能源融资支持，如以优惠利率进行可再生能源设备改造和更新资金的贷款，以及在政府的担保下获得金融机构贷款。

xii 根据欧盟可再生能源合作社网络 REScoop.EU 2023 年发布的《能源社区融资指南》，合作社向个体成员收取的会费从 10 欧元到 250 欧元不等，而向服务提供商和参与企业收取的费用往往高得多。详见 https://www.sccale203050.eu/wp-content/uploads/2023/02/SCCALE203050_financingguide_energycommunities.pdf

3.1.2 收益机制

农村能源合作社通常涉及能源生产、交易和输配等相关服务，其收益来源主要包括能源生产和服务带来的直接收入、可再生能源绿色属性带来的额外收入及政府补贴。

(1) 能源生产和服务带来的直接收入

能源的生产、出售、输配是农村能源合作社的核心业务。传统的能源合作社通过整合渠道向成员配送或出售能源，为合作社成员提供优惠并获得少部分利润；而具有能源生产开发功能的合作社，通过对本地能源尤其是太阳能、风能和生物质能等可再生能源进行开发利用，其生产的电能和热能不仅可以满足其成员及社区的用能需求，还可以将多余的能源出售给其他能源市场主体，从而获得额外收入。此外，部分能源合作社提供多类型的能源服务，如通过提供家庭能源效率提升咨询或节能改造等获得一定收入。

在交易方式上，合作社可以通过国家或地区集中电力市场直接完成交易，采购方主要是国家电网或拥有输电网络的大型电力公司，以及公共事业单位、大型工商企业等终端消费者。合作社还可以直接与上述的售电公司或终端消费者签署购电协议（Power purchase agreement, PPA）。于合作社而言，PPA 不仅可以在项目初期提升其融资能力，同时有助于对冲用户侧价格风险，为合作社提供稳定的收益。此外，消费型的能源合作社^{xiii}还可以通过聚合小用户起来形成用户池与发电商签订 PPA，为小用户提供参与市场的机会，分享可再生能源发展福利的同时也降低了 PPA 的履约风险。

(2) 政府对于可再生能源的补贴

为了鼓励可再生能源的生产和利用，许多国家和地区政府会为农村能源合作社提供补贴。以可再生能源发电项目为例，通常包括上网电价补贴、溢价补贴、差价合约等多种形式（图表 19）。在欧洲和日本能源合作社发展的早期，政府往往对可再生能源发电上网有补贴，包括上网固定电价补贴（Feed-in Tariff, FIT）和溢价补贴（Feed-in Premium, FIP）。因此，早期这些地区的能源合作社生产的电力主要通过上网的方式出售给国家电网或拥有输电网络的大型电力公司^{xiv}。2023 年，欧盟理事会会对电力市场进行改革^{xv}，政府引入双向差价合约（Contracts for Difference, CfD^{xvi}）这一居中采购方案，由政府兜底稳定电价，提高新能源参与市场积极性的同时保障其收益，从而稳定长期电力市场。

^{xiii} 消费型能源合作社一般不拥有能源生产项目，通过外购的方式为成员提供电力或热力。例如美国的配电合作社。

^{xiv} 如英国输配电基本由国家电网（National Grid）、西部电力（Western Power Distribution）、南部电力（Southern Electric）和联合公用事业（United Utilities）四大公司控制。

^{xv} 2023年10月，欧盟理事会就电力市场改革方案达成一致，此次改革旨在降低化石能源价格波动对电价的影响，并加速可再生能源的部署，详见 <http://eu.mofcom.gov.cn/article/jmxw/202310/20231003448382.shtml>

^{xvi} 新能源发电主体通过竞拍得到项目最高限价和最低限价，在市场电价低于签约价格下限时，发电主体获得补贴。市场电价高于签约价格上限时，居民和中小企业可获得该部分收益。

图表 19 各类可再生能源上网电价补贴机制



此外, 许多国家和地区针对小型发电项目的扶持政策对于能源合作社的发展积极性和实现早期平稳运营非常重要。德国和日本对一定装机规模以下的发电主体继续实行固定价格补贴政策, 这在一定程度上避免了合作社在发展初期完全基于市场运作而面临的竞争压力。德国规定在 750 千瓦以下的小型屋顶系统或者 150 kW 以下的生物质发电项目可获得 FIT 补贴。日本针对不同可再生能源资源及不同装机量的 FIT、FIP 和招投标适用规则进行了详细区分, 根据光伏和中小水利等不同发电类型, 达到一定规模以上的发电项目将只能参与 FIP。荷兰于 2004 年推出了净计量计划, 旨在鼓励公众购买可再生能源发电组件进行发电, 当家庭或消费者返回的电量超过其消耗的电量时, 能源供应商将给予补贴, 其中净计量的自用电量须低于 10000 千瓦时; 而能源合作社可使用净计量邮政编码系统, 位于同一或相邻的邮政编码区内, 采用集体电表实现集体净计量, 以降低可再生电力自用能源税率。丹麦于 1999 年成为第一个对年度净计量实行电力税豁免的国家。丹麦能源合作社作为产消者可以获得上网电价和公共服务义务 (PSO) 费用^{xvii} 豁免, 对于功率不超过 50 千瓦的小型光伏系统或功率不超过 25 千瓦的微型风力发电系统, 可以完全免除 PSO 费用, 对于较大的系统, 可以部分免除 PSO 费用。

(3) 能源绿色属性交易带来的收益

在可再生能源项目中, 农村能源合作社还可以通过非能源属性的交易获得收益, 即通过出售和交易可再生能源项目的绿色认证、碳信用等其它“绿色标签”, 利用项目的绿色属性为合作社带来额外的经济效益。

以可再生能源发电项目为例, 绿色证书 (如可再生能源证书等) 是最常见的非电力属性交易方式, 合作社生产一定量的可再生电力时便可获得相应绿色证书, 此后可以在绿色证书市场中出售给有相应需求的企业, 以此获利。

^{xvii} 丹麦的电网连接成本由系统所有者、电网运营商和消费者平均承担。在消费者方面, 需要支付公共服务义务 (PSO) 费用, 取决于所购买的电量。参考 Roberts, J.; Bodman, F.; Rybski, R. (2014): Community Power: Model Legal Frameworks for Citizen-owned Renewable Energy.

图表 20 美国、欧盟、日本等地区可再生能源的绿色证书类别

国家 / 地区	绿色证书类别
美国	可再生能源证书 (Renewable Energy Certificate, REC ^{xviii}) 太阳能可再生能源证书 (Solar Renewable Energy Certificate, SREC ^{xix}) 购电主体主要根据州政府的可再生能源组合标准 (Renewables Portfolio Standard, RPS ^{xx}) 来购买以上两种可再生能源证书凭证。
欧盟	来源担保证书 (Guarantees of Origins, GO ^{xxi})
日本	FIT NFC (非化石能源证书) 绿色电力证书 (Green Electricity Certificates) J-Credit (可再生能源)
I-REC 体系	国际可再生能源证书 (I-REC) ^{xxii}

3.1.3 利益分配机制

除去能源项目的建设、运营和维护费用^{xxiii}，以及偿还银行等金融机构的贷款本金和利息，农村能源合作社的盈余分配完全自主，即由合作社成员自行决定利润用途，例如通过民主投票或董事会决定。通常合作社的盈余分配主要用于按比例向成员返息或分红、投资建设新发电项目和支持成员批准的其他活动。

- **向社员返还股息或分红。** 合作社为购买债券或股权者的居民返还利息或股息，但利率往往会低于商业信贷的利率；或者按照成员初始投资占股进行分红。以德国最大也最有影响力的合作社之一 Elektrizitätswerke Schönau (EWS) 为例，2021 年为超过 20 万人提供清洁能源，年营业额近 2.5 亿欧元⁶²，而年度股息通常为利润的 3.5%~6%，其余利润用于投资开发新项目。美国农村电力合作社则是以资本信用返还 (capital credits retirement) 等方式将合作社的利润分配给成员，即将成员长期积累的资本信用 (投资份额) 按比例返还给成员，合作社每年根据经营财务状况决定当年可返还的资本信用总额。当合作社董事会决定该年度向合作社成员返还资本信用时，成员持有的投资份额相应降低。
- **投资。** 如投资建设或直接购买可再生能源生产项目。
- **社区基金。** 合作社通常将发电企业售电收入的 1%~10% 比例不等，成立社区发展基金或福利基金，主要用于支持当地社区发展。

xviii 可再生能源证书 (REC) 起源于 20 世纪 90 年代时任总统比尔·克林顿签发的要求联邦机构可再生能源电力采购的行政令，是一种能源采购选择，证明持有者拥有由可再生能源产生并输送到电网的一兆瓦时 (MWh) 零碳电力。

xix 针对太阳能或太阳能电池板产生的电能证书。根据某些州的可再生能源组合标准，能源供应商必须提供一定比例的太阳能再生能源电力，即达到为太阳能设定的专门目标或比例要求 (Solar carve-out)。如果未达成则会被收取太阳能替代合规付款 (Solar Alternative Compliance Payment, SACP)。SACP 为 SREC 设定了价格上限。参与 SACP 的州有 17 个州，但只有 7 个州使用 SREC 分别为：Delaware, Massachusetts, Ohio, Virginia, Maryland, New Jersey, Pennsylvania, Washington D.C., 详见 <https://www.energysage.com/solar/srecs/>

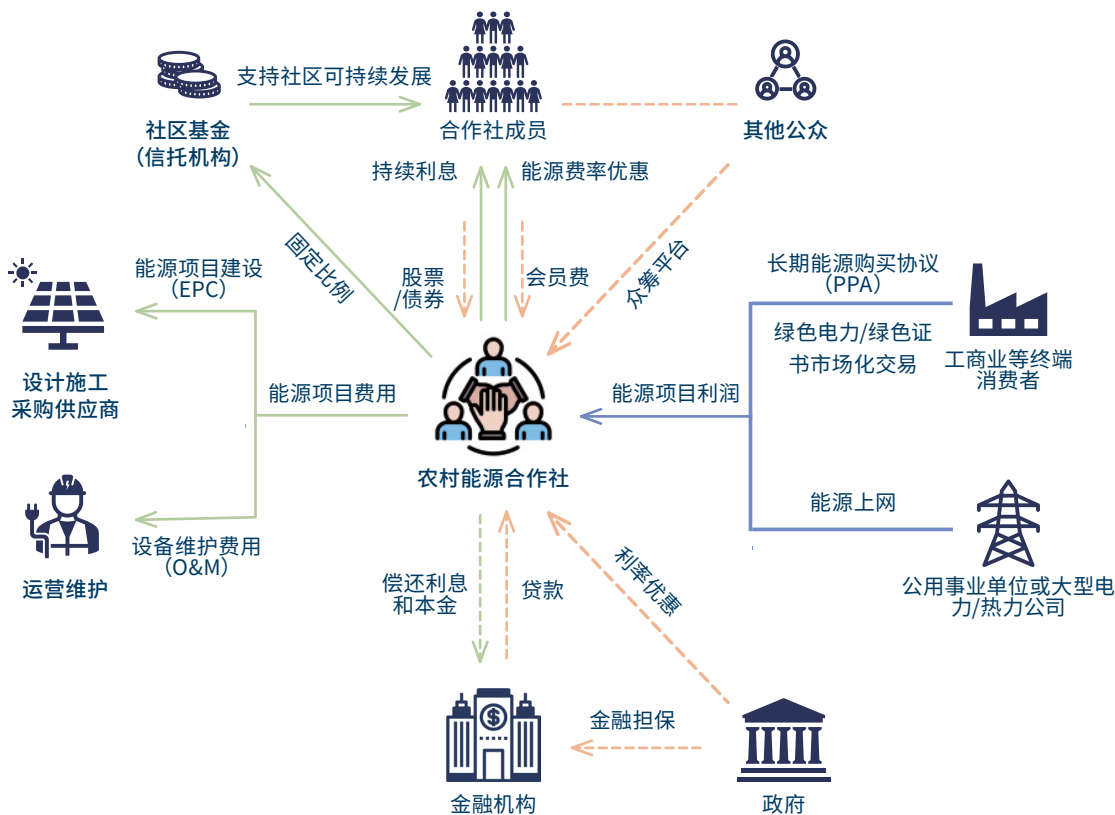
xx 可再生能源配额制概念来自于特拉华州，后来逐渐成为可再生能源发电容量增长的主要驱动力之一，详见 <https://programs.dsireusa.org/system/program/detail/1231>

xxi 已在欧洲运行十余年，依据《欧盟可再生能源指令》(EU Renewable Energy Directive) 进行管理，电力供应商或销售商可以通过购买 GO 证书来证明其电力来源的绿色属性。关于欧盟的来源担保证书的相关信息，包括适用项目类型、核发机构、功能、交易机制以及价格，详见 <http://www.lianmenhu.com/blockchain-36592-11>

xxii I-REC 证书目前在 50 多个国家/地区使用。

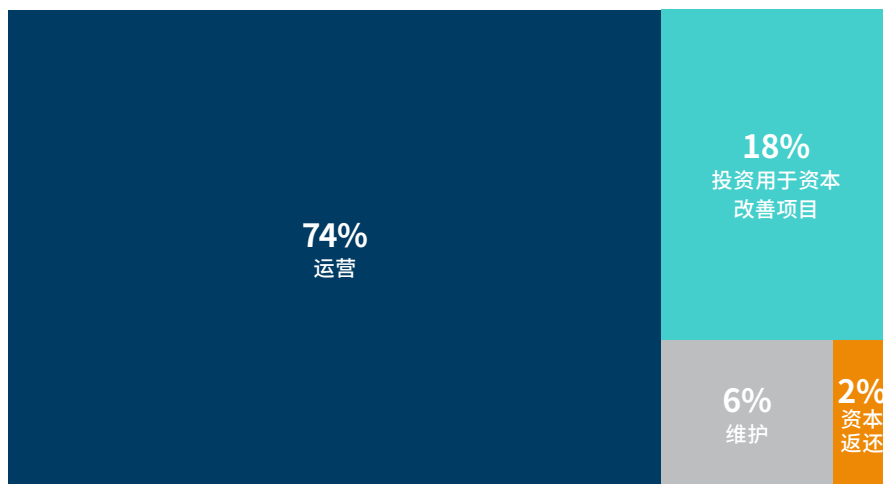
xxiii 能源合作社的建设一般包括风电、光伏等发电设备的采购和项目施工，其中配电合作社还包括电线、电线杆、变电站、变压器和其他电气设备等基础设施的采购和施工。运营费用一般指合作社日常运营所需的所有费用，包括员工工资、所缴税款和其他运营费用。维护费用主要针对所有设备资产。

图表 21 农村能源合作社融资的常见形式



在2018年-2022年，美国电力合作社支出了约4090亿美元。其中，3030亿美元用于运营，750亿美元投资于资本改善项目，240亿美元用于维护，70亿美元以退休资本抵免的形式返还给合作社消费社员⁶³。

图表22 2018年-2022年美国农村电力合作社的总体支出流向



3.2 外部合作机制

农村能源合作社在保持独立运营、自主管理的原则上，在能源项目的专业运维和开发过程中与专业技术团队及商业机构开展广泛合作，以保障能源项目的高质量实施。

一是能源项目的设计、施工、采购、运营和维护。由于缺乏专业技术和人员队伍的支撑，合作社能源项目往往需要借助外部力量来参与完成。如通过设备供应、施工合同和运营维护合同来交由第三方承包商实施。

以风能项目为例，合同结构一般包括：

- (i) 项目基础设施（例如通道、地基、起重机坪、变电站、输电线路和维护设施）的设计和工程建设；
- (ii) 风力涡轮发电机和相关设备的采购；
- (iii) 风力涡轮发电机的安装和辅助设施的建设。

此外，农村能源合作社通过调配与整合相关资源，借助来自政界、商界和学术界等社会力量共同推动可再生能源开发项目落地。

美国农村电力合作社在建立之初，对于建立、运营以可再生能源为核心的农村电力项目所需的资金、技术、管理能力普遍不足。因此，来自政府部门的财政、技术、法务等支持，以及专门机构的持续监管对于合作社早期发展至关重要。

日本《农村可再生能源法》明确倡导通过理事会的形式，吸纳各相关方及专业人士，共同帮助和推动农村地区可再生能源开发项目，并强调了前期开发计划的编制和实施决策尤为重要。理事会人员构成一般包括：当地政府（理事会主持人）作为可再生能源发展规划编制和实施的责任主体；项目实施主体，负责解释发电设施规划和规划中“促进农林渔业健康发展举措”的部分；对于生物质发电项目，还应包括参与原料供应的农林渔业企业；当地农林渔业组织团体，负责说明建设发电设施周边地区的农林渔业生产情况和计划；当地居民代表，提供居民区建设发电设施对自然和生活环境影响的意见；相关学者和专业人士，提供可再生能源、社区振兴等方面的专业知识，如从财务角度评估和评价发电项目的商业可行性和风险，以及各级政府官员，可介绍有关该地区资源可用性、政府支持措施、各种土地利用类型和监管立法内容的调查结果。此外，如果项目涉及将农业用地纳入可再生能源发电设施开发区时，还需要由当地农业委员会的一名成员担任理事会成员。

图表 23 日本乡村可再生能源发电项目理事会制度示意图^{xxiv}



xxiv 改编自日本《关于促进农林渔业健康发展和和谐可再生能源发电的法律（农村可再生能源法）》

以生物质能源为例，理事会往往负责讨论生物质原料的收集、发电站的就业情况和焚化炉灰烬等副产品产生等事项，具体包括：

- 在该地区发展生物质能源项目的意义、目标和指标（同时考虑到能源需求、环境影响、相关行业就业机会等）
- 设施位置（考虑到能源产生所需要的水和其他资源可用性、电网连接等）
- 装机规模（考虑资源量、土地面积、能源需求等）和项目盈利能力
- 该地区资源种类、数量和可用数量，以及提供这些原材料的农业、林业和渔业等系统
- 与当地居民、利益相关者和其他人沟通协调的方式（例如开展问卷调查和情况介绍会，适时调整以避免对当地木材等生物质资源分配造成重大影响）
- 使用和处理副产品（如燃烧灰烬）的方法
- 讨论项目实施制度（如进度管理、必要时审查计划等）

二是与商业机构共同开发可再生能源项目。

除了独立、完整的拥有可再生能源资产以及相关收益，欧洲一些国家还存在着合作社与商业机构合作的共享产权模式，即与企业共同拥有可再生能源项目产权。丹麦在 2008 年可再生能源促进法案中就要求所有新建的超过 25 米高的陆上风机发电项目和所有离岸风机发电项目必须以成本价格向社区出售 20% 以上的所有权。苏格兰政府鼓励所有开发商向社区出售共有产权，并提供了相关操作指南和最佳实践。英国政府于 2015 年发布政策鼓励开发商在开发一定规模以上的可再生能源项目时，向当地社区出售至少 5% 的共有产权。此外，英国政府于 2023 年 8 月宣布的社区能源基金，旨在为社区可再生能源项目提供资金支持，要求申请项目必须含有至少 50% 的社区所有权，包括资产管理和利益分配决定权如投票权等，且保证项目经济收益部分返回给社区。

共享产权一般呈现如下三种形式：

- **分割所有权 (Split ownership)**：即合作社与企业各自拥有一部分可再生能源资产并各自获得相关的发电及补贴收益，但共享并网设备和权限甚至运维团队及成本。Baywind 能源合作社就是这种模式。
- **收入分红 (Shared revenue)**：即合作社出资购买一定的利润分红（非股份），可再生能源资产所有权属于能源企业。
- **合资运营 (Joint venture)**：即合作社和企业共同出资成立特殊目的实体（Special Purpose Vehicle, SPV）并各自占有一部分股份。

3.3 用地机制

国际上农村能源合作社的土地使用主要以租赁或购买等形式为主。以租赁为例，具体机制和周期在不同国家和地区中差异较大。英国的能源合作社往往采取租赁土地、屋顶或者获得使用特许权的方式，租赁合同周期一般在 20-40 年左右，特许权的时间一般较短。一些能源合作社与土地所有者签署购电协议，合作社往往会在土地租金上享受一定优惠。日本在《农村可再生能源法》中明确规定了防止无计划地开发可再生能源导致农业用地损失的原则，体现了将农村能源发展与粮食安全并重的发展理念。例如规定能源设施区域应优先考虑未利用土地，如果涉及农林渔用地或周边水域，应以不妨碍农林渔业健康发展为前提。此外还专门设立了可再生能源设施的农用地转换许可制度，用于将不适宜耕种的土地转换为可再生能源开发用地，允许将不在农田改良项目范围内和生产力低下的小块农田等土地进行性质转换。德国地方政府往往为合作社的可再生能源设施提供空间，例如土地、公共建筑屋顶等。国际上农村能源合作社尚未见到以土地作价入股的合作形式。

4. 农村能源合作社的经济、社会和环境效益

从各国实践来看，农村能源合作社在降低用能负担、促进产业发展、推动能源公平转型、推进可再生能源开发利用和增进农村社区福祉等众多方面发挥了积极作用。

4.1 经济效益

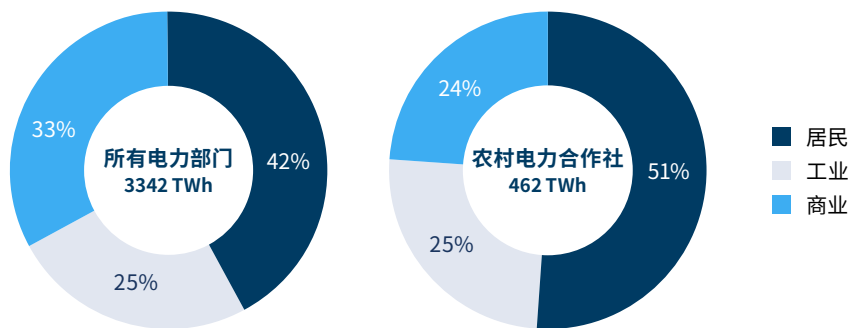
农村能源合作社可以带来的经济效益主要体现在**降低成员的用能经济负担和促进区域经济和产业发展**两个方面。一方面，农村能源合作社不同于以营利为目的的企业，其初衷是保障社员的用能质量、降低用能负担，促进农村社区的整体发展，因此合作社通过资源整合、集体采购、节能改造等方式降低社员用能成本。另一方面，合作社具有对土地、人力等资源的整合能力，在多方合作中拥有更大话语权，在可再生能源开发过程中能够有效解决单个农民投资成本高和无法参与的问题，实现利益共享和风险共担，并为地方带来更多经济发展机遇和就业机会。

(1) 降低成员的用能经济负担

合作社利用各种途径降低能源生产和供应成本，最终降低成员的能源费率。一是在技术发展和激励政策的扶持下，光伏、风电等可再生能源生产供应已经逐渐展现出价格优势。二是通过区域自发自用的模式，降低了高昂的输配电费用和远距离电路损耗。意大利那不勒斯的圣乔瓦尼能源社区利用补助金为其低收入农村地区建造了光伏太阳能屋顶系统，因为避免了前期费用和远距离输电网费用，能源合作社可以以更低廉的电价向成员提供能源。数据显示，自 2021 年以来，该系统每年生产 6.5 万千瓦时的电力，为 20 户家庭供电，这些家庭的电力费用平均比其他能源消费者少 25%⁶⁴。三是利用合作社的本地优势，发挥规模效应，降低能源项目总体成本。美国农村电力合作社作为公用事业可以利用买方杠杆，包括买方支持的选址、互联和许可等，主动支持能源项目的整个开发过程。分析表明，公用事业支持的开发可以将购电协议（PPA）价格降低约 9 美元 / 兆瓦时。美国农村电力合作社还可以通过聚合多个社区规模的项目，通过帮助开发商节省硬件采购成本、降低设备租赁成本、提高开发商劳动力利用效率，以降低电力采购成本。分析表明，项目聚合可以将购电协议（PPA）价格降低近 3 美元 / 兆瓦时⁶⁵。


由于非营利特性，合作社往往以较低的销售利润，以成本价或批发价向成员出售能源。如前文所述，美国农村电力合作社为公共事业单位性质，且其售电用户超过一半为居民家庭（图表 24）。美国山姆休斯顿电力合作社以集体采购的价格向成员出售电力，将天然气批发价格降低带来的成本节省的利益直接传导至成员，使能源成本降低了 7.37%，从每千瓦时 8.14 美分降至每千瓦时 7.54 美分⁶⁶。

图表 24 2022 年美国电力部门终端用户占比^{xxv}



合作社向成员提供节能改造服务、推广节能设备并进行相关教育宣传，帮助成员节本增效。美国北卡罗来纳州奥兰德里罗阿诺克电力合作社为成员推出了“升级和节约计划”，支持成员家庭的能源效率提升。此计划包括为成员提供免费的家庭能源评估并制定相应的升级计划，随后通过服务提供商安排专业人员上门进行改造升级，如安装隔热层、热水器包装、绝缘、管道密封、热泵改进和 LED 照明等措施。据统计，参与罗阿诺克合作社升级和节约计划的成员，每户改造费用约 7,000 美元，均由合作社支付^{xxvi}。成员则以无息或低息的方式，通过后续每月的电费账单逐渐偿还合作社。由于采取了节能措施，成员的家庭能源费用显著降低。美国农村电力合作社协会 (NRECA) 数据显示，南卡罗来纳州的合作社利用联邦贷款计划支持的“能效提升基建改造项目”帮助成员节省约 30% 的电费⁶⁷。除了家庭节能改造之外，能源合作社还通过杂志、当地报纸和广播等公众媒体开展节能降耗的教育活动，帮助其成员和当地居民降低家庭能源成本。美国费尔菲尔德电力合作社启动了一项“战胜峰值计划”，倡导居民自发将能源消耗从需求最高的时段转移。

图表 25 美国罗阿诺克电力合作社为社区提供能源教育(左)、节能改造(中)、女性赋能(右)等服务




ROANOKE COOPERATIVE
Today, tomorrow, together.

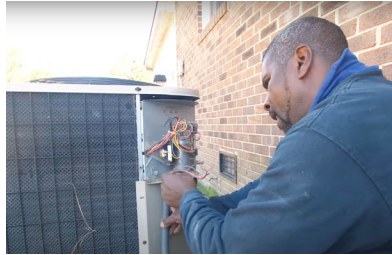
ROANOKE - US

美国北卡罗来纳州罗阿诺克电力合作社成立于二十世纪三十年代末，最初是为农场提供照明和电力。现如今，合作社也为当地社区和居民提供能源效率提升、基础设施建设、能源教育等服务。
www.roanokecooperative.com


2024年8月6日，罗阿诺克合作社为当地伯蒂县高中推出的新型直流快速电动公交充电桩，升级地区能源基础设施的同时教育当地学生和社区了解可再生能源的重要性 © Roanoke Cooperative



罗阿诺克合作社为当地社区推出的升级和节约计划 (Upgrade to Save)，帮助成员节能降耗，减少能源支出。图为合作社为成员进行节能改造 © Roanoke Cooperative



罗阿诺克合作社在哈利法克斯县地区推出的“在太阳能领域赋予年轻女性权力”计划，帮助年轻女性群体加强对可再生能源及其在创造更清洁环境中的作用的认知，帮助为可再生能源领域的新一代女性领导者铺平道路。© Roanoke Cooperative



^{xxv} 所有电力部门包括农村电力合作社 (Cooperatives)、投资者所有的电力公用事业 (Investor-owned utilities)、以及市政当局、州电力机构和市营销售局的公有公用事业单位 (Publicly owned utilities) 等。数据来源于美国能源信息署 EIA，EIA 定义了电力终端用户的几大部门，其中涉及大规模的生产和加工的农业活动用能，如食品加工和灌溉设备用能包含在工业部门中，涉及销售和服务的农业活动用能，如农产品的批发和零售用能包含在商业部门中，详见 https://www.eia.gov/electricity/sales_revenue_price/

^{xxvi} 美国国会在 2018 年通过的《农业法案》中为美国农业部的农村能源节约计划提供了 1 亿美元 (2019 财年资金)，该计划允许合作社向其成员提供无息或低息贷款，以支持成员家庭的能源效率提升。

(2) 促进区域经济和产业发展

农村能源合作社的经济活动创造了就业机会，促进了当地和全国范围内的税收和 GDP 增长。合作社通过投资建设和维护能源基础设施等活动可创造各种工作岗位，包括项目建设和维护的直接工作机会、能源项目投资带动的整个相关产业链发展、以及直接和间接行业员工花费其劳动收入进一步诱导产生的就业机会等。合作社的能源项目用地也给当地社区和居民带来新的收入来源，例如社区或居民可以将土地出租或出售给合作社的能源项目以赚取费用。

农村能源合作社将创造的利润最大程度留在当地社区，用于投资本地发展项目、促进本地产业发展。英国社区能源组织（Community Energy England）向英国能源和气候变化部递交的研究报告中显示，社区所有的可再生能源项目为当地带来的经济效益比 100% 的私有制商业项目高出 12 到 13 倍^{xxvii}，主要来自创造当地就业机会，以及居民投资的财务回报，这些资金相比商业项目更多得重新投资于当地。日本农村能源合作社的初衷和核心要义除了丰富能源来源以外，主要是支持当地农林渔业发展（图表 26）。这一点贯穿和体现于日本乡村地区的每个可再生能源项目的规划、实施和具体运营阶段。日本的农村能源合作社除了获得土地租金、发电设备管护费等收益，每年将售电收入的 1 ~ 5% 用于成立当地社区的发展基金，支持当地农林渔业发展，包括购买农业生产资料、购置农机、扩大农产品加工生产规模、创造就业机会等。美国农村电力合作社以创新中心的形式投资于当地新型基础设施项目，满足社区未来能源需求的同时为当地产业提供商机和活力。其中包括开发家用和公用事业规模的储能项目、投资于智能电表部署和创新碳捕获技术研究项目，这些前沿投资项目为当地产业发展带来新的可能性。

图表 26 日本政府对《关于促进农林渔业健康发展和和谐可再生能源发电的法律（农村可再生能源法）》中关于“有助于农业、林业和渔业健康发展的举措”的项目实例介绍

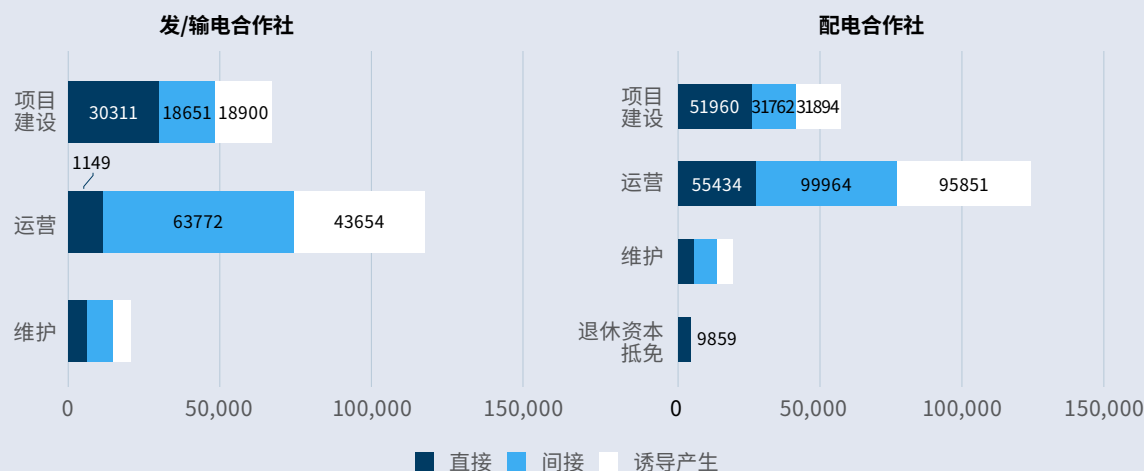
	项目能源类型	促进农业、林业和渔业发展的举措详情
示例1	太阳能	提供部分生产资料补贴等措施，改善农业管理
示例2	生物质（畜禽粪便）、太阳能	向本地设立的基金捐款，使用实例包括： (1) 发展地区特色文化（特色景观、地区传统饮食文化）(2) 农业举措（有效利用闲置农田、与地区品牌相关的新产品等）(3) 林业倡议（如维护村庄森林景观的活动）
示例3	太阳能	向本地设立的基金捐款，使用实例包括： (1) 支持畜牧业 (2) 支持园艺发展 (3) 支持新农民 (4) 林业恢复和发展
示例4	风能	(1) 合作维护周边农田，以多种举措促进当地农业发展 (2) 合作维护对周边林区和林区道路

^{xxvii} 英国能源和气候变化部表示这些收益主要来自创造当地就业机会，以及居民投资的财务回报，而且这些经济效益通常会留在当地经济中。详见 <https://www.theguardian.com/public-leaders-network/2015/oct/02/energy-cooperatives-uk-germany-denmark-community>

美国农村电力合作社对美国和地方经济的贡献

研究表明 2018 年至 2022 年期间美国农村电力合作社每年为全美 GDP 贡献了 1,110 亿美元⁶⁸，占 2022 年美国总 GDP 的 0.43%⁶⁹；其中有近七成贡献于当地 GDP。由于美国农村的 GDP 贡献约为美国 GDP 总量的 10%⁷⁰，美国农村电力合作社的贡献高达农村 GDP 总量的 2.9%。

图表27 2018年-2022年美国农村电力合作社平均每年创造的工作岗位



工作产生	岗位种类
直接	建设阶段所需的工程师、技工、施工人员和运营维护阶段所需的技术、维修、管理人员等岗位
间接	太阳能板、电池、风机等制造业和物流运输服务业等间接产业的工作岗位
诱导产生	直接和间接行业员工花费其劳动收入进一步诱导创造了例如社区服务和管理岗位的就业机会

图表28 2018年-2022年美国农村能源合作社带来的劳动收入及各岗位平均薪酬⁵⁶

		创造就业岗位 (个/年)	提供劳动收入 (亿美元/年)	平均薪酬 (美元)
直接创造 就业	合作社直接雇佣	69,442	60	82,733
	直接承包商雇佣	98,429	80	82,733
间接创造就业		239,184	250	104,449
诱导创造就业		215,777	130	58,483
总计		622,832	510	82,671

4.2 社会效益

社区参与和民主决策的特点决定了农村能源合作社是以保障社员用能和增进社区福祉为出发点。通过参与式的能源开发，能源合作社赋予地方社区更多自主性，有助于进一步提升能源可及度、提出本地化的创新方案，并推动实现更加民主和可持续的能源转型。此外，合作社还在增强社区凝聚力、促进社区包容性等方面发挥着关键作用。

(1) 推动能源公平转型

能源合作社致力于为其社区和社员提供更为可靠和可负担的能源，在欠发达地区，农村能源合作社成为提高能源可及性的重要支撑。据预测，到2030年，全球仍将有约6.6亿人缺少电力供应，近20亿人仍将依赖污染性燃料和烹饪方式，而这些人口主要集中在撒哈拉沙漠以南和亚洲南部的乡村地区^{xxviii}。其中，农村能源合作社在一些国家和地区作为公共事业性质的机构，往往承担着农村能源基础设施建设和升级的重要职能，包括改造升级农村电网，以及近年来越来越多的电动汽车充电网络部署、农村微电网和储能开发、能源设备投资等，以实现农村能源利用效率提升和推动能源公平转型。孟加拉国农村电气化委员会于上世纪80年代起建立了接近80个农村能源合作社（Palli Bidyut Samity），约2500万的农村居民通过该项目获取电力⁷¹，并成功将农村电力普及率从90年代的30%提升至2018年的92%^{xxix}。菲律宾国家电气管理局（NEA）在整个群岛建设有119个电力合作社，为36,000个村镇的5600多万居民提供电力^{xxx}，2019年电力普及率提升至95%⁷²。

能源合作社通过促进当地能源生产逐步实现了分散式供能^{xxxi}的目标。合作社为乡村地区提供更具性价比的本地能源，逐步降低对集中式供能系统的依赖。在英国，虽然目前大部分发售电市场份额和输配网络仍被几大老牌能源企业掌握^{xxxii}，但越来越多的小企业和机构正进入英国能源市场，尤其是由公众集体投资经营的农村能源合作社等公民能源社区组织。类似的，德国农村能源合作社的兴起打破了大型企业的垄断地位。在过去历史时期大型企业无法摆脱化石能源的路径依赖时，合作社在德国广泛发展中小型可再生能源项目，并且通过不同主体间的联动协调，赋予了各地分布式可再生能源项目的合法性与能源主导地位，例如位于德国南部的Wildpoldsried村庄，通过风能、光伏、生物质能利用实现了村庄能源的自给自足，同时实现其能源消费100%为可再生能源⁷³。在丹麦，约40%的热力由合作社运营的区域热力系统（district heating）提供，其中三分之一来自可再生能源和废弃物制热⁴⁰。

通过减少对化石能源的依赖，农村能源合作社增强了乡村地区的能源安全和韧性。受经济下行、气候变化和地缘因素等影响，能源价格的持续升高增加了中低收入人口的用能负担。而农村地区拥有丰富的风、光、生物质等可再生能源资源，这为减轻家庭用能负担提供了有潜力的就地解决方案。即便在经济发达的欧盟，仍有近3000万人未摆脱能源贫困问题，约十分之一的欧盟人口取暖困难^{xxxiii}。欧盟于2020年启动的BECoop项目主要支持基于生物质开发利用的能源合作社，为当地提供电力和供热⁷⁴。位于意大利普拉德斯蒂尔瑟乔赫村（Prad am Stilfserjoch）的EWP合作社，从电力合作社转型为热电联产厂，通过运营两个区域供热厂和约28公里长的供热网络为普拉德社区提供热能⁷⁵。受欧盟地平线计划资助，COMPILE项目致力于通过能源岛试点项目来实现能源供应脱碳的机会，帮助试点地区通过可再生能源技术（如太阳能、风能）实现自给自足，减少对传统能源的依赖，

^{xxviii} 撒哈拉以南非洲农村电气化进程相比城市非常缓慢，2021年城市地区电力普及率84%，乡村地区仅为29%。

^{xxix} 孟加拉国农村电气化委员会2019年会议总结了PBS在2008-2018年十年中在推进孟加拉国电力可及性进程中的成就 <https://events.development.asia/system/files/materials/2019/04/201904-bangladesh-rural-electrification-board-policy-and-planning.pdf>

^{xxx} 美国农村电力合作社协会国际化项目（NRECA International）自1962年起支援多个国家和地区进行农村电力合作社建设，其中包括菲律宾、孟加拉等 <https://www.nrecainternational.coop/where-we-work/philippines/>

^{xxxi} 分散式能源系统（Decentralized energy system），又称“分布式能源系统”（distributed energy system），指通过分散在各处的小型产能及储能设备就近供能，区别于传统的集中式供能的能源系统。见IPCC定义：https://archive.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg3/en/ch4-ens4-3-8.html

^{xxxii} 英国输配电基本由国家电网（National Grid）、西部电力（Western Power Distribution）、南部电力（Southern Electric）和联合公用事业（United Utilities）四大公司控制。

^{xxxiii} 据欧盟官网报道，9%的欧盟人口在2022年仍面临取暖困难 <https://ec.europa.eu/eurostat/en/web/products-eurostat-news/w/DDN-20230911-1>

并创造环境和社会经济效益⁷⁶。位于斯洛文尼亚东北部的卢切山区（Luče），其低压网络薄弱且与中压电网连接不稳定，在雷雨等天气发生停电十分常见。当地的能源合作社成立后，通过微电网整合了当地风、光等可再生能源发电，建成了斯洛文尼亚第一个自给自足的可再生能源社区⁷⁷。在美国，农村电力合作社提出了“实现合作社太阳能资源公平（ACCESS）”项目，通过利用可再生能源为中低收入家庭提供更为优惠的分级电价（相对于高收入家庭），降低这些家庭的能源负担⁷⁸。同时，通过使用当地能源合作社生产的能源，社区减少了长距离运输电力的需求，这有助于平衡当地电网并缓解瓶颈，拥有多样化的电力来源和分布式系统以及区域和本地备份也有助于提高电力可靠性并提高电网安全性。

图表 29 欧盟支持下的意大利生物质开发利用合作社 EWP（左）和通过可再生能源实现独立能源供应的斯洛文尼亚 Luče 社区（右）

	
<p>BECoop - EU</p>	<p>COMPILE - EU</p>
<p>欧盟于2020年启动的BECoop项目主要支持基于生物质开发利用的能源合作社，为当地提供电力和供热。</p>	<p>COMPILE 是2018年成立的、由欧洲地平线2020计划资助的项目，其目的主要是展示能源岛在能源供应脱碳、社区建设以及创造环境和社会经济效益方面的机会。</p>
<p>www.becoop-project.eu</p>	<p>main.compile-project.eu</p>
<p>位于意大利普拉德斯蒂尔瑟乔赫（Prad am Stilfserjoch）村的EWP合作社的热电联产厂，拥有2生物质锅炉、沼气热电联产装置、植物油热电联产、热泵等生物质发电和产热装置 © EWP</p>	<p>Compile的试点之一。斯洛文尼亚北部 Luče 的一个农村社区是该国第一个完全独立能源供应的社区。自2020年4月以来，这个拥有400人口的社区仅靠可再生能源就能够满足其电力需求。图为工人在社区屋顶安装光伏 © IDEAZ d.o.o</p>
	

(2) 推动社区公共服务功能建设

通过公益性投资，农村能源合作社助力提升社区公共福祉。国际上各国的农村能源合作社一般通过捐赠、积累等长期回馈的方式，如“社区福利基金”或“社区发展基金”的形式，支持社员、当地社区或区域发展，实现社区福利最优先。社区福利基金一般是每年按照商定的能源项目利润进行投入。关于如何管理与使用社区福利基金，没有通用的规则或指南，各国家地区甚至各项目都有不同的实践。英国能源合作社每年会将售电收入的1%-10%不等返回给当地农村社区，包括捐助给当地政府或由社区有一定控制权的基金会，或直接用来支持当地教育、环境、公共治理等工作。美国许多农村电力合作社设有“运营结余”（Operation Round Up）基金项目，由成员每月电费账单的找零结转捐赠，每人每次结转不超过1美元、全年捐赠额不超过12美元，资金由基金会独立运营。美国明尼苏达电气合作社（Minnesota Valley Electric Cooperative）自1995年成立起截至2023年，已向当地社区回馈超250万美元“运营结余”基金⁷⁹，用于支持青少年教育、环境治理、能源援助、灾害应急等项目。

通过提供能源相关的技术指南、人员培训和公共教育，农村能源合作社为当地的能源人才储备奠定了基础。德国的EWS Schönau合作社资助了当地学校安装太阳能电池板，向当地学生传授关于可再生能源的知识⁸⁰；成立于丹麦Samsø岛的农村能源合作社⁸¹，建立了可再生能源学院⁸²，提供培训和教育，推广可再生能源知识。

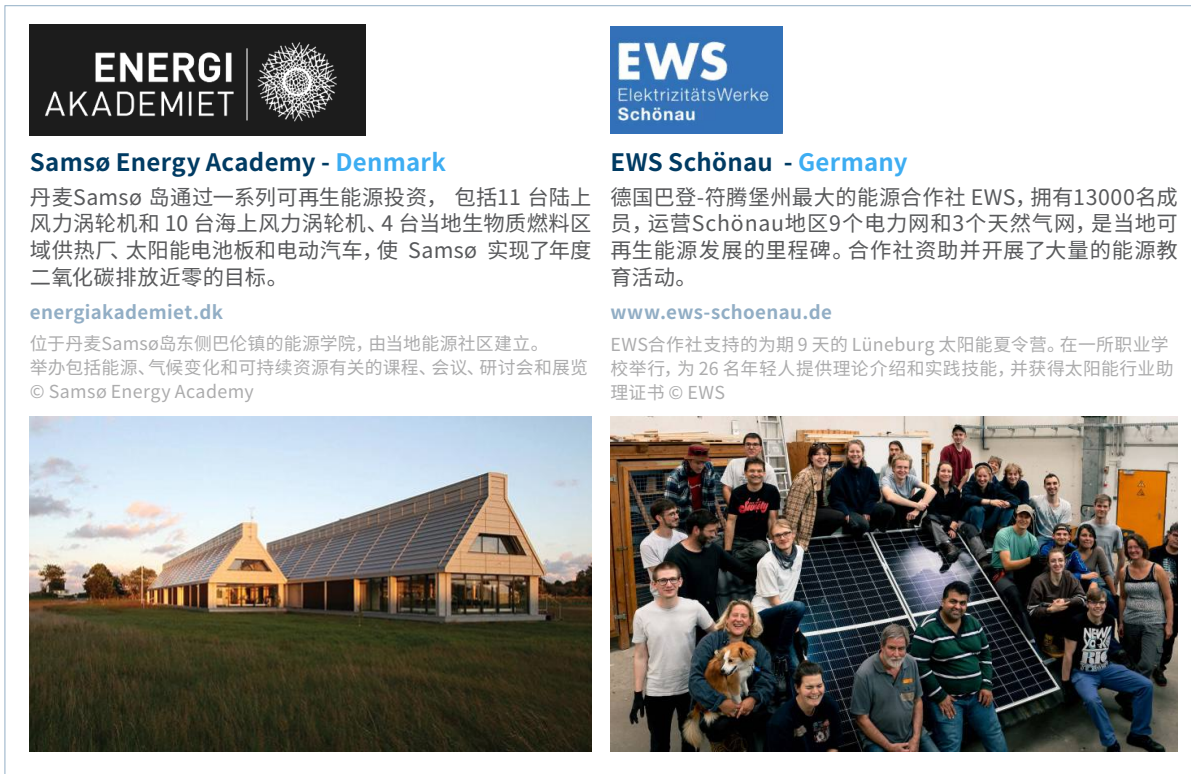
(3) 赋能多元主体参与社区治理

农村能源合作社有效赋能当地社区和居民参与能源转型与社区发展。农村能源集体决策的民主模式，有助于提升当地社区和居民对于能源转型的认同感，增强其对于社区可持续发展的主人翁意识，也使农村能源合作社具有整合农村资源的独特优势和较强的号召力。如美国的农村能源合作社遵循民主治理、开放合作等七项原则⁸³，每个成员通过投票权平等地参与合作社的重大决策，包括能源项目的选择、资金的分配和管理层的选举。

农村能源合作社促进改善能源生产劳动中的不平等。能源转型既是能源消费的转型，也是能源生产劳动的转型，能源合作社通过清洁能源替代对促进性别平等分工、保障妇女儿童健康权益起到了积极作用。时至今日，全球仍有约 24 亿人依靠木材和煤油等燃料进行烹饪，其中大部分在非洲⁸⁴。清洁便利的家用能源不仅可以减少妇女繁重耗时的体力劳动，还可以减少其接触有害烟雾。乌干达妇女组织 ARUWE 通过与当地农村能源合作社合作⁸⁵，推广蜂窝煤制造、光伏安装及利用技术，将妇女每天花在拾柴作燃料上的大量时间解放出来，同时为她们提供新的就业岗位和机会。

农村能源合作社鼓励支持女性领导力。国际调查显示，能源行业的女性代表性整体不足，在传统油气行业中仅 22% 的从业者为女性⁸⁶，在新能源领域女性从业者占比为 32%。出于社员充分参与这一原则，能源合作社为女性参与价值链利益分配、有效参与决策及管理提供了空间，由此涌现了一批颇具创造性的由女性领导的合作社项目。Windfang 是德国第一家由女性工程师于 1991 年创立并运营的能源合作社，截至 2024 年，合作社的风力涡轮机累计供电超过 240 兆瓦⁸⁷。但值得注意的是，整体女性参与率和领导力仍有待进一步提升。据美国国家农村电力合作社协会报道，全美有超过 90 家农村能源合作社的 CEO 由女性担任⁸⁸，仅占总数的 10%。据加拿大合作社研究中心调查统计，加拿大能源合作社的董事会规模从 3 名到 11 名成员不等，平均为 6 名；平均 72% 为男性，27% 为女性⁸⁹；只有安大略省的多伦多可再生能源合作社董事会男女人数相等。

图表 30 丹麦 Samsø 岛能源学院（左）、德国 EWS 能源合作社支持的太阳能培训夏令营（右）



4.3 环境效益

农村能源合作社通过发展可再生能源，推动农村环境治理，助力实现包括良好健康与福祉（SDG3）在内的多个可持续发展目标。

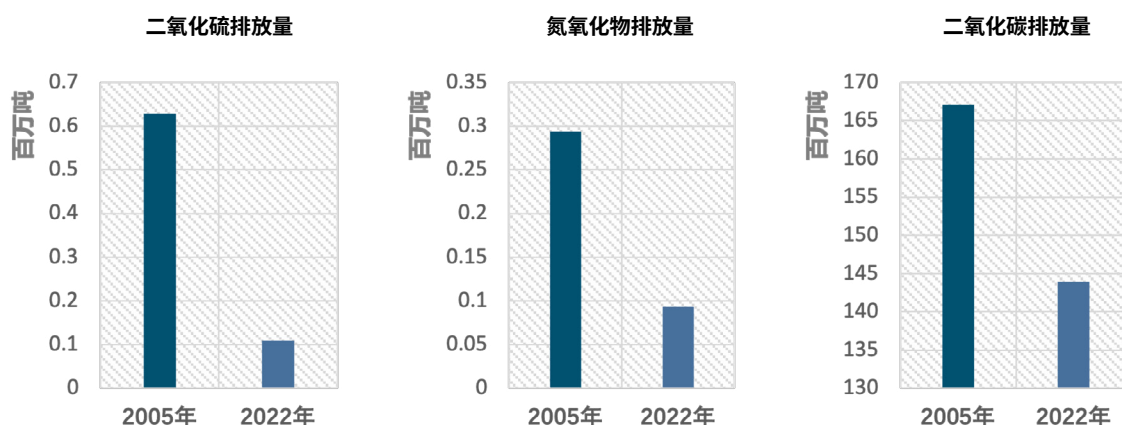
(1) 提升清洁能源社区接受度，促进乡村能源结构转型

农村能源合作社通过充分发挥本地能源优势，提升能源的集约利用，显著减少了对传统化石燃料的依赖。例如，加拿大的 Island Biodiesel 合作社利用不列颠哥伦比亚省餐馆的废弃植物油生产生物柴油。这种方式减少了废物处理的环境压力，还将废弃物转化为有价值的可再生能源，实现了废弃物资源化利用和环境保护的双重效益。合作社通过积极调动公民参与到项目的整个开发过程和利益分配中，有效提升了清洁能源技术在当地社区部署的接受度，有效缓解社区居民的邻避主义反对态度（NIMBY, “not in my backyard”）。例如，德国舍瑙镇在切尔诺贝利事件后，当地居民成立了能源合作社 EWS，通过公投接管了当地电网并推进可再生能源替代。目前，EWS 承诺提供 100% 绿色电力，已发展超过 13,000 名会员⁹⁰，服务覆盖 20 万居民⁹¹。

(2) 减少温室气体及污染物排放，促进社区居民健康

农村地区能源消费结构中的传统化石能源和直接燃烧散煤、薪柴、秸秆等固体燃料是不仅造成农村地区环境污染和气候变化的因素之一，而且被公认为是重要的环境性健康风险影响因子。农村能源合作社通过推广清洁燃料和高效炉灶，显著减少了成员家庭的室内空气污染，从而提高了居民的生活质量和健康水平。通过减少化石能源的使用，农村能源合作社不仅推动当地社区的大气污染物排放减少，而且降低了温室气体排放，从而推动当地的空气质量改善并为应对气候变化作出积极贡献。例如，从 2005 年到 2022 年美国农村电力合作社的二氧化硫排放减少了 83%、氮氧化物排放减少了 68%、二氧化碳排放减少了 14%（图表 31）。

图表 31 2005 年和 2022 年美国农村电力合作社的二氧化硫、氮氧化物和二氧化碳排放总量对比^{xxxiv}



^{xxxiv} 过去十几年里，美国农村电力合作社的可再生能源装机容量增加了一倍多，从5.7 GW到近14 GW，单独2022年，合作社的新增可再生能源装机容量就超过900 MW，且已宣布到2026年的新增可再生能源装机容量超过了6.5 GW。这些可再生能源和相关的减排措施有效减少了与空气质量相关的污染物排放。详见NRECA analysis, <https://www.electric.coop/electric-cooperative-fact-sheet>

(3) 支持环境治理项目

农村能源合作社支持了本地能源利用和环境治理项目。合作社通过定期将部分收益存入当地环境基金，或通过为当地环境治理项目给予能源购买折扣的方式为当地带来环境效益。根据荷兰独立基金会 Local Energy 的统计，2022 年荷兰的能源合作社从每兆瓦时的发电收入中拨出 0.5 至 1 欧元用于环境支出，截至 2023 年平均每个风能或太阳能发电场每年环境拨款从 2 万欧元到 60 万欧元不等，用于支持当地的环境可持续项目⁹²。

(4) 提升能源利用效率

农村能源合作社通过整合当地资源，如太阳能、风能、生物质能等可再生能源资源，集中投资和管理能源设施，提升能源利用效率。通过共享能源生产设备和技术，减少能源浪费和对化石燃料的依赖。同时，合作社促进社区内能源的本地化生产和消费，减少长距离运输带来的能源损耗和排放，从而带来显著的经济效益和环境效益。例如，2006 年孟加拉国农村能源合作社配电系统损耗率为 16%⁹³，远低于该国国家公用事业电网平均损耗率 30%，到 2022 年该国合作社配电损耗率进一步降低至 9%⁹⁴。

5. 农村能源合作社发展的机遇与挑战

近年来，随着许多国家和地区对于可再生能源目标的推进和政策的演变、数字化技术进步的加快以及公众意识的提升，农村能源合作社既面临发展的瓶颈与挑战，也同时迎来前所未有的发展机遇。下文将从四方面探讨农村能源合作社未来的发展趋势，分析其在运营管理、可再生能源发展、技术创新以及政策环境等方面的演变和前景，以揭示这一模式如何在全球能源体系中扮演更加重要的角色。

5.1 运营管理难点凸显，农村能源合作社发展面临挑战

发展至今，尽管农村能源合作社在全球范围内取得了显著成果，但仍面临包括资金、专业技术、监管框架、市场准入和社会接受度等在内的诸多发展瓶颈与制约。这些挑战可能阻碍农村能源合作社的形成、运作和扩大，并限制其潜在影响。

一是法规和认知不足阻碍能源合作社初期成长。合作社与地方公用事业之间仍存在不平衡的关系，往往缺乏统一的法律定义和监督，立法和监管讨论不充分，税收政策也存在争议。公众对于能源合作社的了解不足，导致合作社在发展初期社会接受度不高。这些因素使得一些合作社在创立初期面临巨大挑战，获取社会资源受限。

二是资源、基础设施、技术和融资瓶颈制约能源合作社发展。地方所有权问题和能源项目土地的竞争，导致可用土地和屋顶资源非常有限。电网容量限制阻碍了分布式可再生能源发电的效益发挥，输配电网运营管理权的高度集中化对合作社发展带来制约。推进能源合作社工具具有一定的知识门槛，而农村及社区居民往往缺乏认知和获取专业技术知识的渠道，使合作社在技术创新和推广方面面临困难。同时，合作社也较难获得稳定的资金支持，公共和私人融资缺乏可及性、确定性和可预测性，不同的融资形式在当下面临许多问题，如合作社没有资产所有权可以用于商业借款的抵押，以及涉及到外部合作方（企业、SPV）的不同借贷银行，还存在债权人协议协议的签署和次级债务的风险。

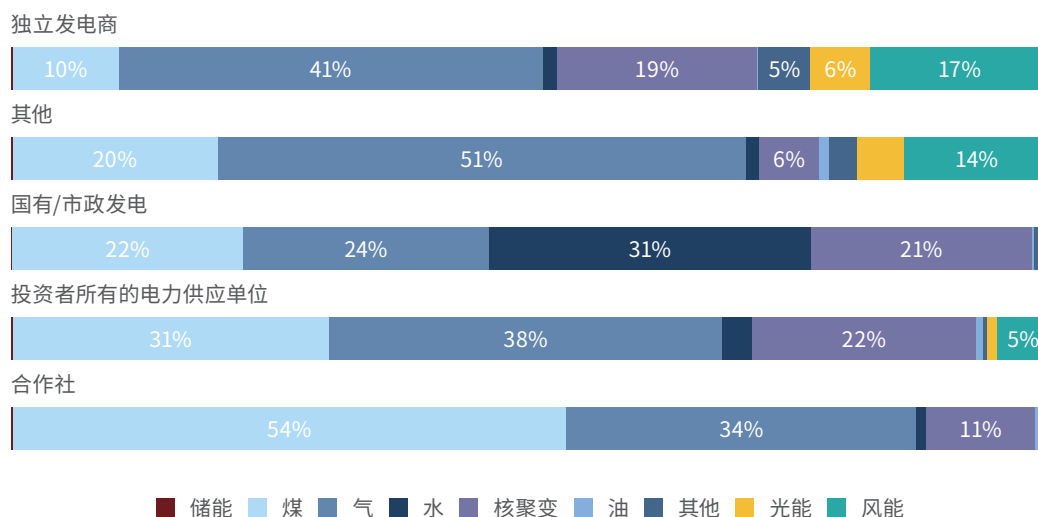
第三是管理瓶颈和内部监督不足削弱合作社活力。合作社内部运营管理存在专业化瓶颈，部分合作社面临董事会继任和新成员招募困难。同时，合作社缺乏灵活的激励和管理机制来激发成员的积极性，在面对新技术、新政策时往往反应迟缓，难以在竞争激烈的市场中保持活力。此外，中小型合作社内部往往成员关系较为紧密，可能存在内部监督不力等隐患，容易导致管理层滥用职权、决策不透明等问题，最终损害合作社的整体利益。

5.2 传统化石能源合作社向可再生能源的转型与发展

如前文所述，美国、阿根廷、菲律宾等国的农村电力合作社成立是为了应对农村电力可及性问题。虽然这一需求依然重要，但如今能源转型和可再生的发展已成为这些能源合作社发展更为重要的叙事背景。随着能源转型的推进，农村能源合作社的角色开始从单纯的能源供应者向综合能源管理者转变，合作社不再仅仅是提供和分配能源，而是参与到整个能源系统的管理中，包括能源的生产、分配、使用和再生利用。

以美国为例，农村电力合作社仍以化石能源发电为主。目前合作社体系下的可再生能源装机量仅占全国的4%，远低于其售电量在全国电力体系中的比重（图表32）。近年来，随着可再生能源成本下降和需求的增加，第三方可再生能源开发商涌现。合作社也积极制定可再生能源战略，包括支持屋顶光伏和社区光伏，建设规模化和分布式发电设施，签订购电协议，投资电网灵活性和储能方案，整合分布式能源建设虚拟电厂等。

图表 32 美国各机构发电用能类型占比（2021）⁹⁵



然而，高投资要求、有限的融资渠道以及长期购电合同一定程度上限制了合作社可再生能源发展。作为非营利组织，合作社无法直接利用清洁能源税收抵免^{xxxv}和财政激励^{xxxvi}，需要依靠从其他公司购买清洁能源，增加了清洁能源投资成本。美国在 2023 年 5 月出台的通胀削减法案（Inflation Reduction Act）中“赋能农村计划”（Empowering Rural America, 新 ERA）和 PACE（Powering Affordable Clean Energy）项目，为农村电力合作社的可再生能源转型提供了总计 107 亿美元的财政支持，农村能源合作社除了可申请补贴、税收抵免、低息和免息贷款外，还可申请增加风、光、储能、虚拟电厂等资产，或对现有资产进行财务重组或再融资。随着分布式能源和可再生能源比例的增加，合作社面临服务功能和经营模式的变革。发电和输电合作社的系统运营和综合服务功能可能增加，与配电合作社的角色界限模糊。一些配电合作社选择脱离过去依赖的发电和输电合作社，追求自主可再生能源战略，传统的近垂直整合结构可能改变。

5.3 面临可再生能源政策激励退坡，合作社组织模式的适应性转型

如前文所述，欧洲日本等国家在早期对于可再生能源发展出台了强有力的刺激政策，而这些国家农村能源合作社的发展也普遍受益于这些政策扶持。然而，近年来多国陆续进入对于可再生能源开发项目补贴退坡乃至停止的“后补贴”时期。在 2015 年之后，欧洲各国陆续取消了固定上网电价（FIT），取而代之的是趋向于兜底作用的各种新型保障政策，包括固定溢价补贴（FiP）、企业购电协议（CPPA）、差价合约（CfD）和可再生能源竞拍等。相较于 FIT，这些制度对于农村能源合作社开发可再生能源的刺激作用大大减弱。在可再生能源最大化不断转向能源转型成本最小化和更加面向市场化的政策改革方向后，许多国家和地区的能源合作社发展脚步逐步减缓。政策激励退坡的背景下，可再生能源合作社的适应性转型迫在眉睫，小型能源合作社的合并化、大型化及进一步商业化转型或将成为未来的趋势。以下是德国、荷兰和日本三个国家的案例，展示合作社在国家可再生能源政策影响下的发展趋势。

^{xxxv} 根据 2022 年《通胀削减法案 (IRA)》，“投资税收抵扣”意味着能源开发项目投资额的一部分可通过所得税抵扣，基本抵免 6% - 30%。详见 <https://programs.dsireusa.org/system/program/detail/658>；“生产税收抵扣”意味着合格的可再生能源发电项目发出并销售给电网的每一度电力(kWh)都可以获得生产税抵扣，抵扣期限一般为设备正式投运的前 10 年，详见 <https://programs.dsireusa.org/system/program/detail/734>

^{xxxvi} 作为非营利组织，大多数合作社享受联邦所得税免税，但需要缴纳州和地方税。合作社雇员支付联邦收入和工资税。

(1) 德国

1991年德国颁布《上网电价法》，提出了世界上第一个FIT政策。德国在2000年通过了《可再生能源法案》（Erneuerbare-Energien-Gesetz, EEG），开始大力支持可再生能源发展，进一步强化了FIT机制，以确保可再生能源项目获得长期的价格保障，固定电价所需资金由需求侧承担，政府面向全国电力消费者征收附加费。2006年，德国修订《合作社法案》，对于合作社定位进一步明确，自此德国能源合作社数量大幅增加，平均每年新增数量近百个。2012年德国修订EEG，下调FIT补贴价格，并引入溢价补贴政策（FIP），政府仅补贴欧洲能源交易所平均月批发价与FIT之间的差价，并开始试点推行电力竞价招标制度。自2017年起，德国《可再生能源法案》（EEG 2017）全面实施了竞标竞价制，新建的大型可再生能源项目必须通过竞标程序来确定其上网电价。

能源合作社等小型组织面临着招标竞争和补贴减少的双重挑战，自此德国能源合作社每年的新增数量显著减少，到2018年新增数量接近个位数。此外，德国出现了全国性的平台，以帮助合作社更好地参与能源市场。Bürgerwerke是德国由多个地方性小型能源合作社组成的全国性合作网络。Bürgerwerke提供统一的电力销售平台，将各个小型合作社生产的绿色电力汇集起来，以一个商业实体的身份向消费者出售，不仅增加了市场的覆盖面，也使得合作社能够以竞争力更强的价格出售电力，目前参与的合作社达到127个，成员超过7万名。⁹⁶

(2) 荷兰

荷兰的可再生能源政策经历了从有针对性的支持机制到进一步市场化的演变：从最初的市场化改革到附加补贴、差额补贴，再到SDE+和SDE++通过市场竞争招标，在可再生能源发展的不同阶段，政策不断调整丰富，对可再生能源市场发展发挥着重要的引导作用。荷兰在1989年通过了《电力法》（Elektriciteitswet 1989），这一法律为电力市场的开放奠定了基础，并提供了可再生能源发电设施并入电网的机会。2001年，荷兰修订了于1998年更新的《电力法》（Elektriciteitswet 1998），进一步推动电力市场自由化，并首次引入了针对可再生能源的“环境质量电力生产”计划（Milieukwaliteit van de Elektriciteitsproductie, MEP），为可再生能源电力生产提供每千瓦时的补贴。MEP是荷兰早期的电价补贴机制，但传统的FIT不同，它提供的补贴不是固定的，而是基于市场电价的附加补贴。

2008年荷兰实施《促进可再生能源生产（Stimulerend Duurzame Energieproductie, SDE）》政策，引入差价补贴机制，政府在市场电价低于基准电价时进行补偿，保障最低电价。2011年荷兰将SDE扩展为SDE+，引入可再生能源项目竞争招标机制。2020年荷兰再次将SDE+扩展为SDE++，竞标范围扩大，可再生能源项目需与其他减排技术共同竞争获得补贴。近年来，荷兰合作社数量增长放缓，但合作社的平均规模在不断扩大，合作社成员和能源项目保持稳步增长。2023年荷兰新成立12个合作社，9个合作社停止运营，相比2022年，合作社数量只增加了0.4%，而成员数量增加了9%。

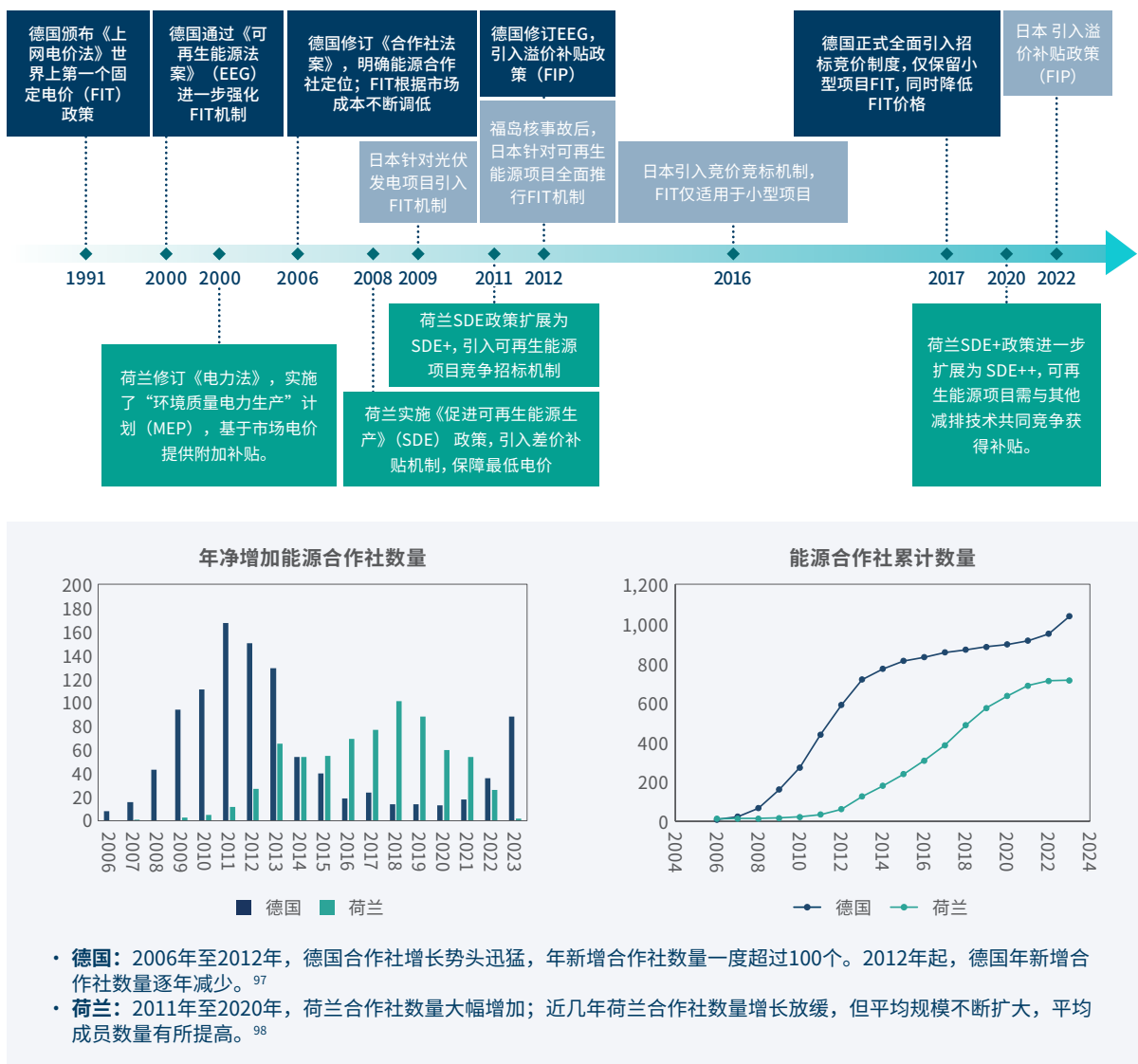
(3) 日本

2009年，日本针对光伏发电项目引入固定上网电价（FIT）机制。福岛核事故后，日本于2012年针对可再生能源项目全面推行FIT机制。在FIT政策下，日本电力用户（需求侧）需要承担额外的可再生能源附加费。2017年起，日本对于大型太阳能和风能项目，FIT机制逐步转向竞价机制，即项目开发商通过竞标获得补贴价格，以降低政策成本。小型项目仍然适用FIT，但补贴水平有所下降。随着可再生能源附加费不断增长（日本2021财年高达2.7万亿日元），同时基于电力市场供给平衡的考虑，日本政府决定在2020财年末对FIT政策进行彻底改革，以促进可再生能源以经济可持续方式成为能源系统中的核心组成部分。随后日本引入了溢价补贴政策（FIP），并于2022年4月正式实施。

日本可再生能源政策影响着包括农村能源合作社在内的小型社区型能源项目的发展。根据日本农林水产省公布的数据，截至2023年3月，日本已经在124个农村地区开展了太阳能发电项目；在4个农村地区开展了风力发电项目，输出功率共1000kW；在超过10个地区开展了生物质发电项目，包括森林木质发电和沼气发电。农村小水利发电也取得了快速发展，截至2023年3月，已安装169个小型水电设施，用于供应土地改良设施运行所需

的电力，其中大多数设施的最大输出功率低于 1000 kW。总输出功率为 47 MW，每年可发电约 2.32 亿 kWh，相当于约 77300 户日本家庭的年用电量。

图表 33 德国、荷兰和日本对于可再生能源生产的关键政策演变（上）以及德国（下左）和荷兰（下右）能源合作社的数量变化⁹⁷



此外，能源合作社还通过探索新的组织形式，更经济高效地开展新项目，包括成立中介机构、互助平台、调整组织性质等，帮助合作社降低项目整体成本，更好地诠释社区共享的经济意义。在英国，尽管能源合作社的发展步伐有所放缓，并且受到疫情和脱欧对国家社会经济整体影响，能源合作社的前景仍被看好。随着英国 2014 年颁布的《合作社与社区福利组织法案》对合作社行为规范的调整，越来越多的社区能源组织选择注册为社区福利组织 (Community Benefit Societies, CBS)，而非传统的合作社。由于社区福利组织具有非盈利性质，往往更容易获得慈善捐款、政府补助以及社会投资，这些资金可以用于扩展可再生能源项目。意大利通过《经济刺激措施重启法令》为合作社提供资金支持，并提高了建筑改造项目的“生态红利”，使居民能够免费安装光伏系统，同时享受每兆瓦时 110 欧元的补贴。斯洛文尼亚政府也在 2020 年末修改了《可再生能源电力自给自足法令》，放宽了建立能源社区的程序，并简化了发电上网的流程，社区设备的容量限制已被取消，合作社的成员也可自由退出或加入合作社，继承人不需要签订新合同。这些政策和措施推动了农村能源合作社在服务内容上的持续扩展，进一步促进了农村能源的可持续发展。

5.4 能源数字化智能化为农村能源合作社创新发展带来新机遇

随着分布式可再生能源的倍增式发展，电力系统复杂性日益上升，对其高效灵活运转带来一系列新的挑战。农村能源合作社，作为小型分散式的能源生产和消费实体，在不同国家和地区的快速的发展过程中也面临同样的挑战。近年来，能源数字化智能化进程加快，数字赋能有望成为分布式能源可持续发展的关键因素。例如通过智能电表、数据管理系统和平台、分布式账本技术（DLT）、区块链和智能合约等技术和设备，为虚拟电厂、实时评估、智能电网和最小量能源高效交易等创新提供了可能，也为农村能源合作社等小型分散式生产者带来新的发展机遇。农村能源合作社可以利用创新的数字化设备和技术，帮助提升可再生电力接受度、助力可再生能源电厂扩张与协同、精确平衡当地供需增强电网韧性、以经济高效的方式参与区域能源转型，促进可再生能源补贴退坡趋势下的农村能源转型发展。

以下总结了能源合作社利用数字化技术在未来能源系统中创新发展的关键领域：

(1) 优化能源管理

数字化设备、平台和应用程序提升了能源管理的透明度和信息可获得性。能源合作社可以通过智能电表和数字能源管理系统，实时监测和控制能源的生产和消费，更高效地管理自身的能源需求，优化能源使用，并为进一步参与本地灵活性电力交易提供先决条件。合作社还可以通过分析智能电表数据为社区成员提供有关能源使用的反馈和节能措施建议，帮助其培养更可持续的能源消费习惯，并促进社区对可再生能源的接受和使用。社区成员可以相互分享能源管理最佳实践和经验，推动实现能源低碳高效转型共同目标。

(2) 支持分布式能源聚合

能源合作社通过数字化技术，以虚拟电厂的形式聚合包括分布式光伏、风电、储能在内的分散式能源资源，优化热电联产电厂、生物天然气厂等灵活资源的发电并配合储能，增强能源供应侧的稳定性和灵活性。同时，能源合作社可以通过虚拟电厂聚合分散的能源生产，获得电力市场交易和平衡市场交易的准入资格，而该类交易此前一般只针对大型市场参与者。

(3) 促进点对点 (P2P) 能源交易

通过区块链和分布式账本技术等技术打造安全、透明的点对点交易平台，能源合作社成员能够直接进行能源交易和交付，无需再通过交易所或能源供应商等中介机构进行^{xxxvii}。通过智能合约实现社区内 P2P 能源交易的自动化，还能有效降低交易成本并增加透明度。此外，合作社还可以利用区块链和分布式账本技术，将低压电网的本地能源生产者整合到地方或区域层面的分散灵活性电力市场中，促进市场交易并有效应对电网瓶颈问题。

(4) 赋能消费侧转型

通过数字技术将有效提升能源追溯透明度，为消费者的绿色消费提供参考；同时，消费者可以通过参与需求响应计划或选择绿色能源来影响能源供应商，这种消费侧赋能有助于推动能源市场的去中心化，使能源合作社在市场中扮演更为活跃的角色。

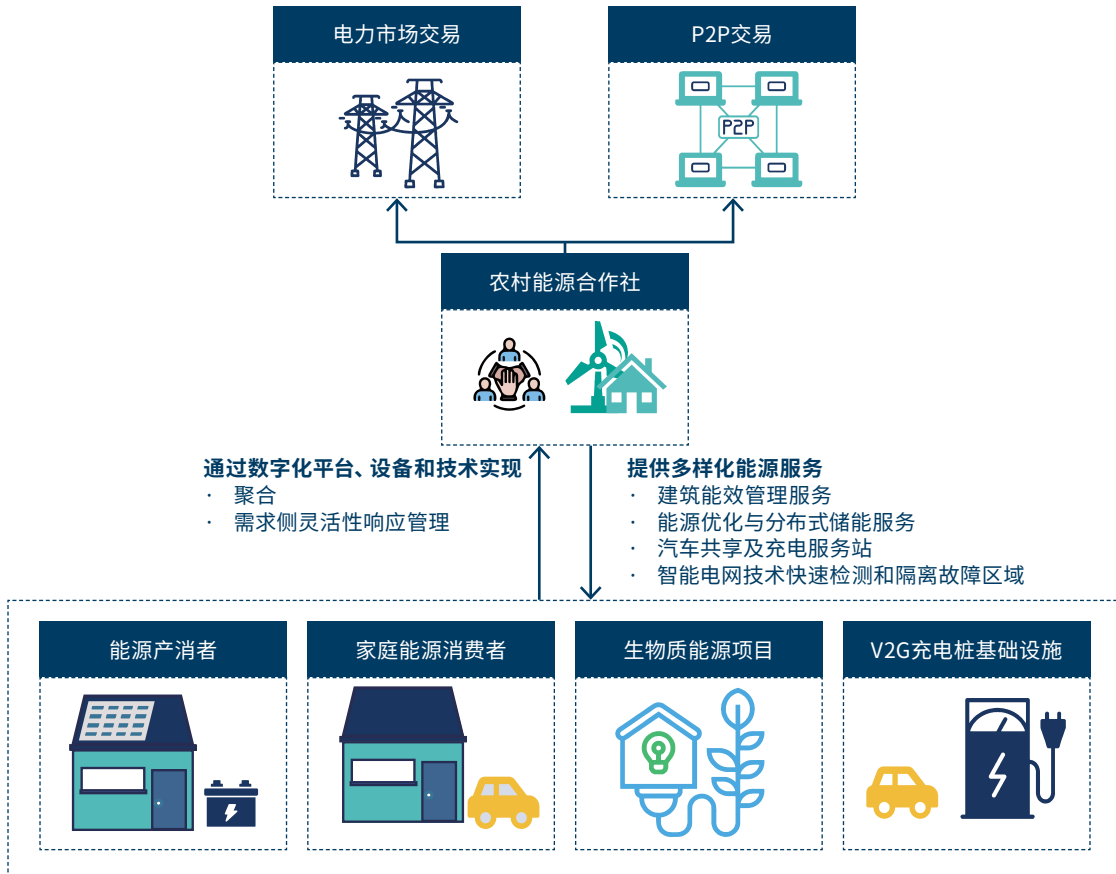
数字化技术进步也推动了绿色能源认证的智能化水平和透明度。例如设施互联的智能电表和区块链等数字化技术能够智能识别能源生产过程中隐含碳的地理信息与时间信息，实时、透明、防篡改地记录各种能源属性，帮助农村能源合作社在内的小型分散式生产者更清晰地了解和管理能源交易，平衡生产和消费，降低能源系统运转负担，也有助于促进更大范围的清洁能源交易和跨行业碳抵消。同时，能源生产来源担保还会为小型生产者带来附加经济价值。

^{xxxvii} 尽管许多社区能源项目旨在促进能源消费者之间的直接交易，但私人消费者往往缺乏对能源行业、监管环境或 IT 的了解，这也是为什么 P2P 模式目前大多通过中介机构的原因。当前一些典型的 P2P 平台包括德国 sonnen GmbH 运营的虚拟能源社区 sonnenCommunity 和 Lumenaza GmbH 提供的“能源即服务”平台，比利时的能源交易平台 Bolt，以及荷兰的创新平台 Vandebron。

(5) 提高能源系统韧性和可靠性

为满足高度分散的可再生能源供应趋势，能源系统的有效整合和协调需求日益紧迫，增强电力系统韧性的创新模式不断涌现。例如，在可再生能源发电厂附近配备包括光伏储能集装箱和电车电池储能站在内的小型灵活性储能选项，帮助协调当地资源调度，减少当地电网瓶颈，在紧急情况下提供备用电源或减少非必要负荷，促进区域电网可靠运行。此外，能源合作社还可以利用数字化技术更好地应对电网故障和极端天气等突发事件，提升气候变化背景下的能源系统韧性。例如通过智能电网技术快速检测和隔离故障区域，防止影响扩大。

图表 34 农村能源合作社通过数字化技术衍生新的发展模式和功能

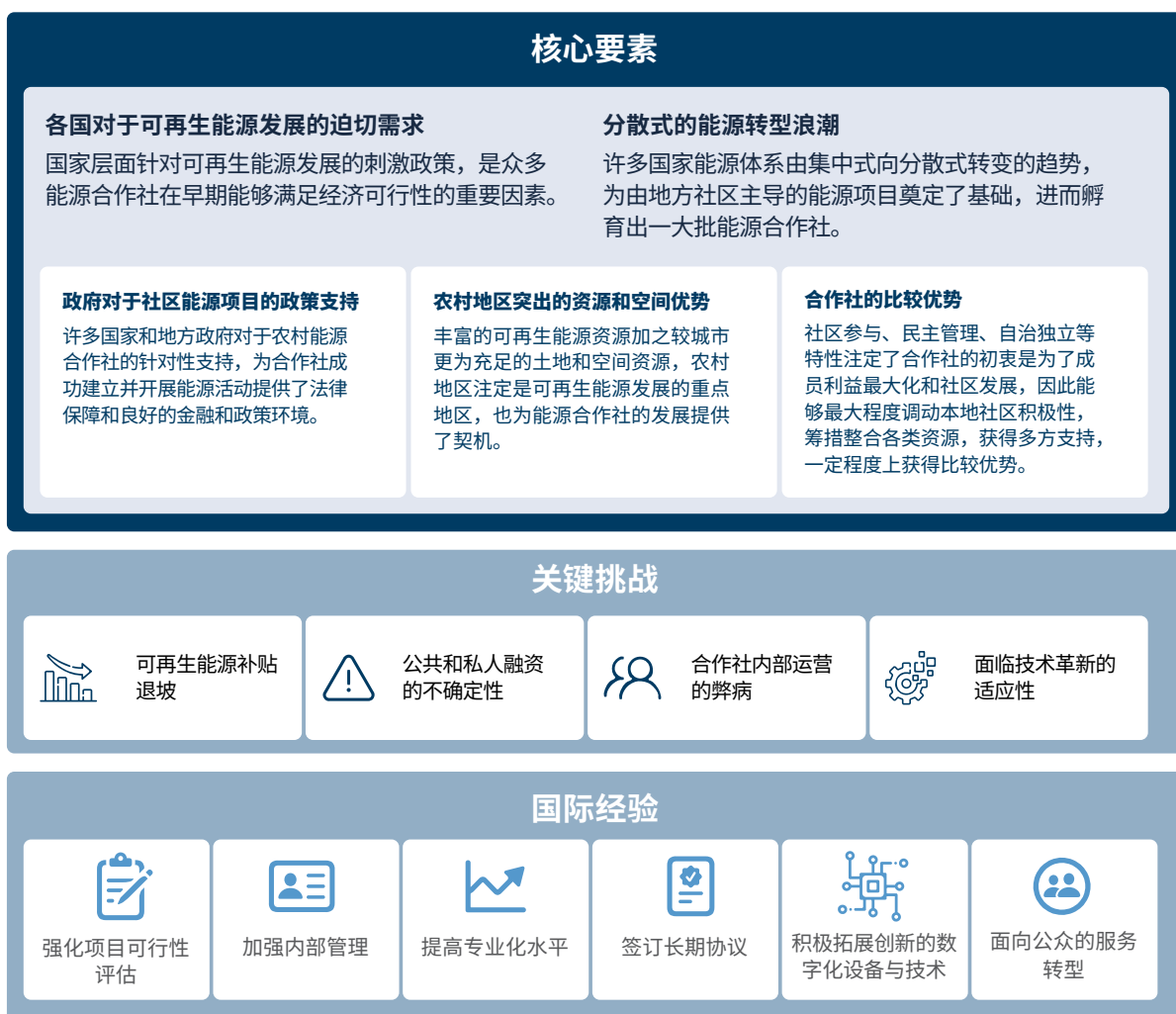


6. 国际经验启示和我国农村能源转型发展展望

6.1 农村能源合作社国际经验启示

在全球能源转型的背景下，各国在农村能源合作社的探索过程中积累了丰富的实践经验，众多国际案例不仅展现了不同国家有效的政策设计和驱动模式，也揭示了社区参与对地方能源转型的关键影响。通过提炼核心要素和典型解决方案，展示农村能源合作社如何贡献于应对气候变化、促进负责任的集体行动、助力更具包容性的能源体系并惠及弱势群体以消除不平等为核心目标，以期为中国和广大发展中国家的农村能源转型与发展提供参考和借鉴。

图表 35 农村能源合作社成功发展的核心要素



如前文所述，当前中国正处于国家能源转型、可再生能源开发快速推进、农村能源转型发展的关键阶段。在国家“双碳”目标和乡村振兴战略的引领下，中国也出现了一些参与式的农村能源开发案例，包括以村集体投资、集体经济合作社筹资或村企合作等形式。这些发展模式类似于能源合作社模式，逐步让农村社区深入参与到正在发生的农村能源革命中来。

图表 36 以浙江杭州为代表的村集体投资光伏项目¹⁰⁰

村集体投资光伏项目 - 浙江杭州

浙江省杭州市萧山区益农镇群围村通过村集体投资的方式，围绕“村企合作、村民共享、村域共富”的建设理念，建设分布式光伏项目助力村级集体经济发展。

2022年，群围村集体投资1600万元，通过整合乡村建筑、乡镇企业、停车场及可利用地，共建设3MW分布式光伏，项目于2023年4月全部完成并网发电。群围村光伏项目年发电量约300万千瓦时，年均发电收入148.08万元，年均运维支出21.5万元，村集体每年增收约126万元。此外，村民每年享受3000千瓦时的免费电力使用额度。

左：群围村居民屋顶的分布式屋顶光伏建设；



右：群围村“绿电河岸”场景，利用友谊河沿河约1.6公里景观带的闲置土地资源开展分布式光伏建设。© 萧山网



图表 37 以内蒙古乌拉特中旗为代表的合作社筹资建设光伏项目¹⁰¹

合作社筹资建设光伏项目 - 内蒙古乌拉特中旗

2021年12月28日，内蒙古乌拉特中旗川井苏木巴彦高勒嘎查村，由嘎查股份经济合作社和22户牧民发起成立乌拉特中旗青克洱现代农牧业专业合作社。合作社共筹资900万元建设2MW嘎查集体户用分布式光伏电站，包括内部筹资116.99万元（嘎查集体以耕地、棚圈等资产筹资25.2万元，嘎查“两委”及牧民以耕地、房屋、现金等筹资91.79万元），争取民委少数民族发展项目资金637万元，争取乡村振兴项目资金30万元，企业投资116.01万元。

光伏电站利用羊圈屋顶等资源，采取“棚下养殖、棚上发电”发展模式，年发电量为350万度，年收益约为101万元。年均运行维护费用约11万元，年均发电净收入约90万元。合作社按照入股比例分红24万元，企业分红11.6万元，8个嘎查集体经济分红54.4万元。

左图：乌拉特中旗青克洱现代农牧业专业合作社“棚下养殖、棚上发电”的发展模式；



右图：巴彦高勒嘎查“光牧旅”一体化融合发展产业园区俯瞰图 ©内蒙古新闻网



图表 38 以陕西铜川为代表的村集体投资建设“光伏 + 清洁取暖”项目¹⁰²

村集体投资建设的光暖项目 - 陕西铜川

2023年，陕西省铜川市耀州区小丘镇朱村启动了“和美光暖”光伏+清洁取暖项目。项目由村集体成立的新能源公司作为投资经营主体、隆基绿能公司负责承建，统一规划农户屋顶资源，为参与村民免费安装光伏电站、空气源热泵清洁取暖设备，通过光伏发电创造收益，再由村集体统一分配取暖补贴和分红，最终覆盖村民的取暖设备运行费。

具体而言，村民煤改电每户补贴600元，村集体光暖补贴750元，同时村民还可获得每块光伏板一年分红30元的租金，每户平均可收益1000多元，基本可以覆盖取暖费。此外，村集体和农户还可按比例享受剩余发电收益的分成。

2024年，朱村已建成光伏电站73个合计约2.2兆瓦，待全部并网后，预计年均发电量280万度、发电收入99.4万元。截至2024年8月，35个运行电站发电量累计944.06千瓦时，收益33.46万元，相当于节约标准煤339.96吨，二氧化碳减排量941.5吨。

左图：安装棚顶光伏和屋顶光伏的耀州区小丘镇朱村党群服务中心；



右图：耀州区在参与农户的屋顶统一规划铺设光伏发电板 ©起点新闻



如 1.3 所述，过去几年里，中国农村能源转型发展遇到了诸多挑战，包括滞后的能源消费结构、不匹配的能源基础设施、缺乏公平的合作模式和利益分配方式。这些挑战在阻碍农村地区快速能源转型发展的同时，也限制了当地农村社区分享能源转型带来的各类红利的机会。

从国际经验来看，以农村能源合作社为代表的参与式能源模式有望触及农村能源转型发展痛点问题，帮助中国乡村地区突破瓶颈。

一是参与式模式赋予了农村社区新的主体意义，从单纯的消费者变为产消者，从单纯的土地 / 屋顶租赁者变为项目参与者和所有者，强化主人翁意识，有利于乡村振兴中的乡村自治，让居民个体与本地社区成为能源革命和乡村振兴的参与方与建设者。这种意义能够促进农村资源的深度挖掘与整合，培育能源产业业态的新质发展。

二是通过合作社或村集体等新型主体，在外部合作或谈判时拥有更强话语权，促使地区能源转型更加重视当地居民的声音和需求，更多地参与到与其生活息息相关的能源转型决策过程。这有利于能源转型方案更加贴近居民生活生产、更加考虑当地发展，从而促使能源转型发展路径更加因地制宜、符合当地实际，有利于本地能源消费结构进一步优化，为可再生能源本地消纳奠定基础。

三是有效破除能源转型发展中的公平性问题。参与式模式更加强调包容性、平等和利益分享，这有利于创新发展多元合作模式和利益联结机制，有助于增强能源转型发展的可持续性。

四是最大程度地将新能源发展的红利保留在本地。因地制宜的能源项目更加契合本地产业实际，同时以合作社 / 村集体为主体的能源开发有利于能源转型与乡村振兴的深度耦合。通过提供本地工作岗位、能源教育培训、能源服务等多种经济社会效益，有利于塑造以人为本的农村能源转型实践。

6.2 我国农村能源转型发展展望

借鉴国际上农村能源合作社的成功实践，中国在推进农村能源转型发展的过程中可以从探索多元体系、打造典型范式和培育不同发展模式等方面汲取启示，打造符合本土需求的创新路径。长期以来，合作社在我国农业农村经济发展中发挥着重要作用。自 2007 年我国颁布实施《农民专业合作社法》以来，截至 2024 年全国依法登记的农民专业合作社达 214 万家，广泛活跃于农资集采、农产品加工销售、乡村休闲旅游、农业产业链拓展等领域，已经成为我国激活和集聚乡村资源、引领乡村产业发展、促进农村集体经济发展、维护和带动小农的重要力量。展望未来，合作社有望在我国农村能源转型发展过程中发挥更大作用和影响。具体可从以下几方面入手：

一是构建“开放多元的农村能源开发体系”，探索“责任共担、利益共享、整合消纳”的可持续发展模式。通过探索农村能源共建共享新机制，提升农村集体和农民参与积极性，有望实现农村能源转型和乡村振兴协同推进多赢局面。早在 2022 年，国家发展改革委、国家能源局《关于促进新时代新能源高质量发展实施方案》中就明确提出，统筹农村能源革命与农村集体经济发展，培育农村能源合作社等新型市场主体，鼓励村集体依法利用存量集体土地通过作价入股、收益共享等机制，参与新能源项目开发。2024 年，《中华人民共和国农村集体经济组织法》《中华人民共和国能源法》《国家能源局关于支持电力领域新型经营主体创新发展的指导意见》等法律和政策相继出台，进一步为合作社或村集体作为能源领域新型主体奠定了良好的法律政策环境。具体地，通过合伙制、股份制等不同组织制度，建立可再生能源开发的利益联结机制，形成多层次、复合型现代农村可再生能源发展格局，最大化清洁能源发展潜在的经济效益、社会效益和环境效益，助力于农村地区产业振兴、人才振兴、生态振兴和组织振兴。

二是率先打造“合作社为主、专业企业介入”的农村可再生能源合作社共商共建共享典型范式。地方电网和专业机构对社区意愿的尊重、支持和及早参与都可以为探索解决分布式可再生能源挑战的新模式创造重要的价值，也更有利于确保转型中能源供应的稳定性。借鉴国际上农村能源合作社的发展历史与趋势，积极探索我国农村地区可再生能源共商共建共享模式创新，实现农村能源多元发展格局和多方共赢。引入“政府引导、合作社为主、企业介入”的合作机制，同时探索政府、合作社、企业等多方共有产权模式。相较于企业主导的“企业+农户+银行”模式，合作社为主的模式既能有效整合当地农村社区资源，同时也充分保障了当地社区利益共享。由于当前依赖农村土地、屋顶等资源获得银行贷款的难度依然较大，合作社为主、专业企业介入的合作机制，可有效实现利益共享和风险共担，同时也为可再生能源开发项目提供技术支持，提升项目可行性。此外，还可探索农村集体经济组织领办的合作社模式，依法盘活农村地区未充分利用的存量闲置非农用地，在壮大农村集体经济的同时建立良好的利益联结机制，树立农村能源合作社的示范标杆，发挥可再生能源开发的“头雁效应”。

图表 39 农村能源合作社多元模式的未来发展场景



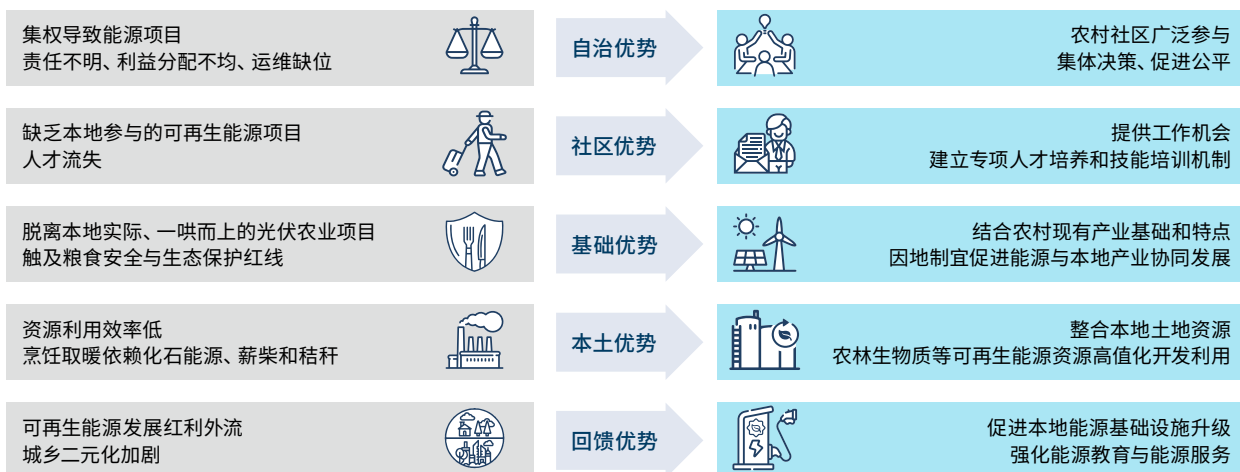
三是因地制宜推进和培育不同地区参与式能源发展模式。能源转型发展应根据不同农村地区发展现状、区位条件、资源禀赋等实际情况因地制宜，顺应村庄发展规律。2018年，中共中央、国务院印发了《乡村振兴战略规划（2018-2022年）》，其中明确提出按照“集聚提升类村庄”“城郊融合类村庄”“特色保护类村庄”“搬迁撤并类村庄”分类推进乡村发展。对于规模较大的中心村和其他仍将存续的一般村庄等集聚提升类村庄，是目前我国乡村类型的大多数。农村能源合作社应充分结合地区主导产业发展，通过加速能源转型推动村庄能源条件改善，同时支持村庄专业化发展。对于城市近郊区、县城城关镇等城郊融合类村庄，应充分结合新型城镇化建设趋势，农村能源合作社应注重支撑城乡产业融合发展，提供可再生能源供应，服务城市发展，同时推动城镇清洁供热供电基础设施向农村延伸。对于历史文化名村、传统村落、少数民族特色村寨、特色景观旅游名村等特色保护类村庄，农村能源合作社的发展应注重在保持村庄空间形态和环境以及尊重居民传统习惯的基础上，改善村庄的能源供应条件和能源基础设施，满足当地传统文化的保护与文旅产业发展需求。对于生存条件恶劣、生态环境脆弱、自然灾害频发等地区的搬迁撤并类村庄，农村能源合作社应注重在新安置地区统筹规划与设计新能源的开发利用、基础设施建设与服务，维护村庄原址的生产生态空间。

四是充分发挥参与式模式特点与优势，着力解决我国当前分布式可再生能源发展痛点问题，提升新能源安全可靠替代水平。农村地区分布式可再生能源发展进入深水区，而从国际经验来看，未来以农村能源合作社为代表的多类经营主体共同发展，可在我国农村能源转型发展中发挥重要作用。通过发挥能源合作社本土优势、民主自治、资源共享、产业基础、回馈社区等特点，推动与当地产业融合发展，促进乡村地区产业升级，创造绿色就业机会，培养和吸纳专业人才队伍。具体包括以下方面：

- 有效整合农村地区的农林生物质等可再生能源资源，实现资源高价值、多样化开发利用，加速新能源可靠替代，并通过碳信用等市场机制获取绿色溢价。
- 通过社区参与、集体决策和利益共享的属性，增强农村社区和居民的主体性，推进解决屋顶光伏等能源项目责任不明、利益分配不均、运维缺位等问题。
- 发挥合作社和村集体等新型主体在农村能源转型发展中的影响力，带动小农共享能源转型发展成果，向脱贫户等重点群体提供能力建设途径，帮助其获取新就业机会。
- 以合作社联盟等形式建立与农村能源资源、能源专业知识和信息协同共享平台，健全农村能源专业人才培养和技能机制。
- 借力农村现有产业基础，拉动可再生能源就地消纳，拓展农村就地消纳场景。探索能源合作社与农民专业合作社^{xxxviii}等多类型主体联合开发、协同发展模式，推动“新能源+”融合发展新业态，包括推动农用机械和加工设备电气化升级等农业用能转型，促进农业清洁生产。
- 帮助当地农村社区加快新能源基础设施建设和升级，如新能源汽车充换电设施，助力和美乡村建设更加宜居宜业。
- 探索农村能源社会化服务，包括提供分布式可再生能源诊断检修、电动汽车充换电服务、生物质“收储运”及成型燃料加工、生物质锅炉和地热供热、家庭节能改造与电气化水平提高等，作为现有乡村能源服务体系和能力的有益补充。
- 促进农村社区能源教育，加速农村电气化进程，促进生产生活用能场景的清洁化与便利化。

^{xxxviii} 现有农民专业合作社是推动农业现代化的重要力量，如目前全国9059家国家合作社示范社中，以经营实力较强的大型联合社为例，社均拥有固定资产达1311.36万元。

图表 40 发挥本地社区参与优势,助力破除农村能源转型发展瓶颈



6.3 政策建议与行动框架

1. 探索多样化和多层次政策工具

从国际经验来看，政策支持无疑是许多国家和地区能源合作社发展的关键因素。对于我国来说，良好的政策环境也将对未来农村能源合作社 / 村集体等新型能源经营主体发展起到重要支撑作用。通过出台包括立法监管、税收减免、绿色金融支持和经济激励等一系列政策，为合作社发展提供指引、规范和激励；同时充分发挥市场机制，增强不同阶段合作社发展动力。

地域广阔给我国农村带来资源禀赋的极大多样性，同时也导致长期以来不同地区仍存在较大的发展差异性。此外考虑到我国“大国小农”的基本国情农情，加之就地消纳不足、融资渠道有限和专业化瓶颈等因素，需要因地制宜地设计相关的政策和市场机制；充分协同顶层设计与地方创新，以保证政策有效性。这其中，金融政策工具和相关产品创新尤为重要。可再生能源项目初始投资、较长回报期及相关风险，是当前农村经营主体以及大多农村家庭难以参与或主导能源项目的最主要障碍。

(1) 在各类型能源合作模式筹划阶段

- 建立健全法规制度，对包括农村能源合作社在内的各类能源新型经营主体的运营管理形成监管和约束，引导能源合作社等各类主体健康有序发展，杜绝“空壳化、无运作、套补贴”等乱象。同时明确各类新型能源经营主体的法律地位和准入资格。
- 通过绿色金融和转型金融机制，包括推动绿色债券、绿色信贷对新型能源经营主体的针对性扶持，以及鼓励金融机构为农村社区和村集体投资新能源项目提供创新金融产品和服务。
- 推动建立农村风、光、生物质等可再生能源资源及开发土地资源的价值评估和认定标准体系，探索此类资源的抵押融资创新模式。
- 制定税收优惠政策以减轻新型主体发展的资金压力。
- 引导建立针对农村可再生能源项目的政策与技术咨询渠道或商业服务体系。

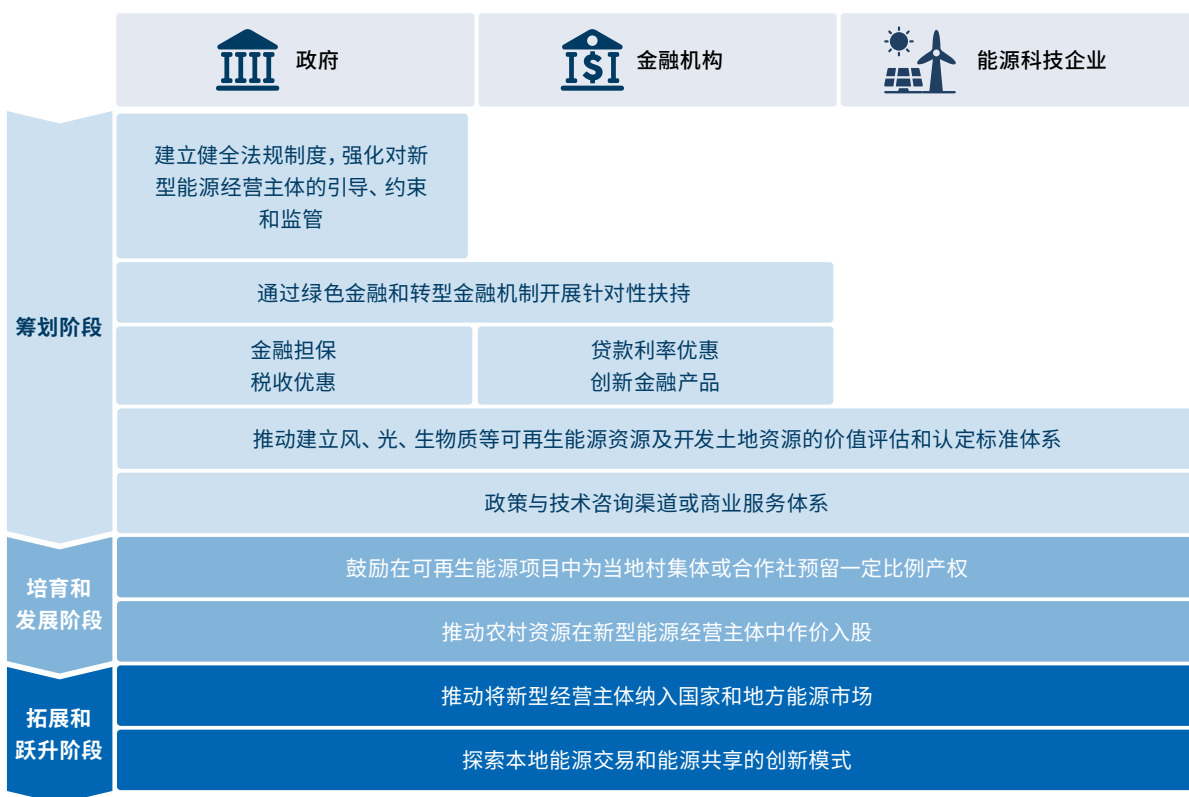
(2) 在能源合作模式培育和发展阶段

- 以企业为主体的可再生能源项目中，鼓励为当地村集体或合作社预留一定比例产权，以确保当地社区在可再生能源项目中获得长期收益。
- 在可再生能源资源和土地资源价值评估的基础上，推动农村资源在新型能源经营主体中作价入股，以及在完善新能源项目用地管制规则的基础上，推动村集体依法利用集体土地通过作价入股等机制参与新能源项目开发。

(3) 在能源合作模式拓展和跃升阶段

- 推动将农村能源合作社等新型经营主体纳入国家和地方能源市场，在能源市场改革进程中拓展分布式可再生能源开发在并网和销售方面的灵活性；
- 探索本地能源交易和能源共享的创新模式，如支持农村能源合作社直接与终端消费者签署中长期绿色电力购买协议，以及参与本地能源聚合和能源产消者之间的 P2P 交易。

图表 41 不同阶段的新型能源主体发展政策工具探索



2. 加速能源数智化技术创新与应用

数智化技术为农村能源合作社等新型经营主体创新发展创造了有利条件。通过加速技术创新和典型模式的试点示范，促进农村能源合作社不断在能源系统中发挥更大作用，广泛参与能源市场聚合、点对点（P2P）能源共享和交易、灵活性交易和溯源认证等领域，助力分布式能源成为现代能源体系的有力支撑。

通过智能化设备与数据管理，提升社区能源生产的透明度和互动性；通过数字化手段高效管理社区能源需求，为社区提供精准的能源消费行为和家庭节能改造建议。通过参与区域虚拟电厂，实现分布式光伏、分散式风电、新型储能、可调节负荷等分散资源的高效聚合，提升新型主体参与市场交易的能力，促进更大能源单元内的供需平衡优化和能源系统灵活性。探索基于区块链技术的能源交易平台，结合新能源直连机制，推动新型经营主体与能源消费侧的点对点交易。利用数智化技术和储能设备，探索农村社区共享用电服务系统，将社区能源生产与农业关键环节和农村生活主要能源消费场景深度匹配，挖掘可再生能源的本地消纳潜力。

3. 加强公众沟通和能源教育，激励多方利益相关者参与

国际经验表明，当地社区对能源项目的认同感对项目可持续性至关重要。然而，随着近年来我国城镇化水平加速提升，农村老龄化、空心化现象突出。乡村人才队伍建设已经成为推进乡村振兴和农业农村现代化的重要考量。同样地，有效破解“谁来组织、谁来参与”是未来农村能源合作社发展关键问题。

农村能源合作机制创新，亟需能源人才队伍作为支撑，尤其是青年能源人才队伍。通过举办讲座、展示农村能源转型发展成功故事等方式，强化农村能源宣传教育，让公众更直观地感受到能源转型发展带来的经济、社会和环境效益，吸引更多农村青年和返乡创业群体参与到农村能源转型进程中来。利用各种机制和平台，加快培育乡村青年能源人才队伍。通过激励措施，例如探索设立“绿色社区”奖项，鼓励农村社区、企业和相关利益相关方的共同参与。结合政策扶持，孵育一批乡村青年能源创新典型模式和初创经营主体，有效推动乡村青年领导力建设，成为支撑我国农村能源转型发展和乡村振兴的中坚力量。

面向未来，农村能源转型发展的新机遇将有力促进农村能源体系从集中式能源系统向参与式、分散式和绿色低碳模式的转变，并有望给出“经济、环境和安全”能源不可能三角的最优解。

图表 42 面向参与式、分散化和绿色低碳的农村能源转型发展



结语

可及、安全、低碳和可持续的能源体系关乎着国家和地区经济的平稳健康发展。加快能源转型发展，增进民生福祉，为国家和地区经济提供持久动力，已成为当前人类的共识。我国已成为世界上最大的能源生产国和消费国，近年来开展了声势浩大的能源转型。尤其是在清洁能源领域，在“3060”双碳目标的大背景下，清洁能源发展已成为我国经济增长的重要推动力，以太阳能电池、电动汽车和储能为代表的“新三样”成为绿色低碳经济的新引擎。在发展清洁能源的过程中，农村地区再一次成为国家战略中的重中之重。农村地区拥有丰富的可再生能源资源和巨大的发展潜力，其能源转型发展将成为我国能源体系乃至经济社会向绿色低碳成功转型的关键支撑。同时，农村地区可再生能源以及相关产业的发展与布局，将给农村地区带来新的经济活力和增长潜力，成为促进农村产业新质发展和实现农业现代化的重要元素和路径。

在全球能源格局迅速演变的情况下，农村能源合作社作为一种新兴的合作模式和市场主体，已在全球范围内许多国家和地区拥有诸多实践，并展现出了重要的潜力和价值。国际经验表明，无论是扮演地方公用事业的角色还是承担起可再生能源开发与服务的责任，农村能源合作社已经成为许多国家推动农村地区能源转型发展的主力军。农村能源合作社能够有效整合本地资源，实现能源的自主生产和消费。这种模式不仅能够减少对外部能源供应的依赖，还能在保障能源供应的稳定性和安全性的同时，推动能源的本地化管理。同时，其注重参与式的社区能源模式也成为加速实现国家和地区能源公平转型的有效机制。农村能源合作社不仅在提升能源利用效率、促进可再生能源发展方面取得了显著成效，还在推动能源公平转型、地方经济发展、增强社区福祉、改善环境质量等方面发挥了积极作用。然而，国际经验也揭示了农村能源合作社在发展过程中面临的挑战，包括资金筹措、政策支持、技术保障等方面的问题都可能影响到合作社的顺利运营。成功的能源合作社通常依赖于政府的政策扶持、金融机构的投资支持以及技术专家的参与。随着全球对能源转型的认识不断提升，能源合作社必将迎来新的发展机遇，其前景依然广阔。

农村能源合作社的国际经验给我国农村地区能源转型发展与可再生能源开发提供了一种新的思路，即通过能源供应的多元化、分散化以及一定程度的民主化，鼓励公众更加积极地参与国家和地区能源转型，有助于推进实现更可持续、更有韧性、更公平的能源未来。展望未来，以多元的农村能源体系，利益相关方、公众和市场等广泛参与的可再生能源开发、利用与服务的机制体制创新发展，将引领我国农村经济社会绿色发展。合作社作为农村集体经济组织的一个类型，以农村能源转型与发展为契机，具备催生农村集体经济新质生产力和推动农村社会经济发展的潜力。通过强化农村社区广泛参与，实现可再生能源发展就地就近整合消纳，帮助农村当地抓住能源转型红利并促进利益共享，推动农村能源新产业新业态发展。为实现这些机遇，应进一步加强国际交流与合作，在借鉴国际成功经验的同时，结合本国实际情况不断创新优化，制定适应性政策和措施，推动农村能源合作社的健康、可持续发展，支撑农村能源转型发展和乡村振兴重大战略，为建设更加绿色、可持续的未来贡献力量。

参考文献

- 1 国际能源署 (IEA), Electricity access continues to improve in 2024 - after first global setback in decades, <https://www.iea.org/commentaries/electricity-access-continues-to-improve-in-2024-after-first-global-setback-in-decades>
- 2 IRENA, The Energy Progress Report, <https://www.irena.org/Publications/2023/Jun/Tracking-SDG7-2023>
- 3 光明网. 中国供电质量大幅提升, <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1803338987367901976&wfr=spider&for=pc>
- 4 北京大学能源研究院, 《中国散煤综合治理研究报告》. 2022年.
- 5 千龙网. (2025). 我国生物天然气发展步入快车道. 微信文章. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1825133849647216562&wfr=spider&for=pc>
- 6 国际能源署 (IEA), Electricity access continues to improve in 2024 - after first global setback in decades, <https://www.iea.org/commentaries/electricity-access-continues-to-improve-in-2024-after-first-global-setback-in-decades>
- 7 联合国粮食及农业组织 (FAO), Hidden Importance of Wood Fuel, <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/9d8515bc-827d-45dd-a087-e7965757188a/content/forest-products-statistics-2023/hidden-importance-of-wood-fuel.html>, 2023年.
- 8 国际能源署 (IEA), SDG7 Data and Projections: Access to Electricity and Clean Cooking, <https://www.iea.org/reports/sdg7-data-and-projections/access-to-electricity>; <https://www.iea.org/reports/sdg7-data-and-projections/access-to-clean-cooking#abstract>, 2023年.
- 9 中华人民共和国国家统计局, 《中华人民共和国2023年国民经济和社会发展统计公报》, 2023年.
- 10 国家统计局, 《第七次全国人口普查公报 (第七号) 》, https://www.stats.gov.cn/sj/tjgb/rkpcgb/qgrkp-cgb/202302/t20230206_1902007.html, 2023年.
- 11 清华大学建筑节能研究中心, 《中国建筑节能年度发展研究报告2024 (农村住宅专题) 》, 2024年.
- 12 国家能源局, 《2023年全国电力工业统计数据》, 2023年.
- 13 国家电力投资集团有限公司、西门子能源股份公司, 《中国县域绿色低碳能源转型发展报告》, 2022年
- 14 能源基金会、清华大学, 《农村清洁用能体系助力减污降碳乡村振兴》, <https://www.efchina.org/Reports-zh/report-cemp-20220512-zh>, 2022年.
- 15 国家发展改革委, 《地热能开发利用“十三五”规划》, <https://www.ndrc.gov.cn/xxgk/zcfb/ghwb/201702/W020190905497910773317.pdf>, 2017年2月.
- 16 中华人民共和国水利部, 《2020年农村水利水电工作年度报告》, 2021年.
- 17 能源基金会、清华大学, 《农村清洁用能体系助力减污降碳乡村振兴》, <https://www.efchina.org/Reports-zh/report-cemp-20220512-zh>, 2022年.
- 18 Wu, S., Zheng, X., & Wei, C., Measurement of inequality using household energy consumption data in rural China, Nature Energy, 2, 795–803, 2017年.
- 19 中华人民共和国住房和城乡建设部, 《2022年城乡建设统计年鉴》, 2023年.
- 20 中国电力企业联合会, 《2022年度中国电气化年度发展报告》, <https://m.gmw.cn/baijia/2023-02/25/1303295052.html>, 2023年.
- 21 国家统计局, 《第三次全国农业普查数据》, <https://data.stats.gov.cn/images/snp/index.html>, 2023年.
- 22 冯凯辉, 李琼慧, 黄碧斌, 闫湖 & 张红宪. 中国农村能源发展关键问题. 中国电力 55, 1–8 (2022).
- 23 中华人民共和国政府网站, https://www.gov.cn/xinwen/2020-10/20/content_5552561.htm, 2020年10月.
- 24 Fraunhofer ISE, Agrivoltaics: Opportunities for Agriculture and the Energy Transition—A Guideline for Germany, 2020年.

- 25 中国卫星导航定位协会,《2024中国卫星导航与位置服务产业发展白皮书》,2024年.
- 26 农机新闻网, <http://www.nongji1958.com/node/19406>, 2023年.
- 27 清华大学建筑节能研究中心. 中国建筑节能年度发展研究报告2024 (农村住宅专题), 2024年.
- 28 中国能源报, 农村清洁供暖的关键是用好可再生能源——访中国建筑金属结构协会清洁供热分会副会长陈讲运, http://paper.people.com.cn/zgnyb/html/2023-05/22/content_25990059.htm, 2023年5月.
- 29 联合国气候变化框架公约,《中国落实国家自主贡献目标进展报告(2022)》, <https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-11/%E4%B8%AD%E5%9B%BD%E8%90%BD%E5%AE%9E%E5%9B%BD%E5%AE%B6%E8%87%AA%E4%B8%BB%E8%B4%A1%E7%8C%AE%E8%B-F%9B%E5%B1%95%E6%8A%A5%E5%91%8A%202022.pdf>, 2022.
- 30 汽车纵横网, 2023年新能源汽车下乡活动总结会, <http://61.187.87.48:8000/DRCNet.Mirror.Documents.Web/DocSummary.aspx?DocID=7366614&leafID=3034>.
- 31 美国农村电力合作社协会(NRECA), Electric Co-op Facts & Figures, <https://www.electric.coop/electric-cooperative-fact-sheet>, 2023.
- 32 Caramizaru, E. and Uihlein, A., Energy Communities: An Overview of Energy and Social Innovation, 2020.
- 33 Peraudeau, Nicolas, Energy Communities in the EU Task Force Energy Communities, D3.12.d. BRIDGE, 2019.
- 34 德国能源机构(DENA), Energy Communities: Accelerators of the Decentralised Energy Transition, https://www.dena.de/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2022/dena_ANALYSIS_Energy_communities_Accelerators_of_the_decentralised_energy_transition.pdf, 2022.
- 35 英国能源与气候变化部, Community Energy in the UK, https://assets.publishing.service.gov.uk/media/5a7bf887ed915d4147621fa7/Community_Energy_in_the_UK_part_2_.pdf, 2023.
- 36 德国豪英根能源合作社, <https://www.egh-hauingen.de>.
- 37 H Heras-Saizarbitoria, I., Sáez, L., Allur, E., & Morandeira, J., The Emergence of Renewable Energy Cooperatives in Spain: A Review, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 94, 1036–1043, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.06.049>, 2018.
- 38 德国合作社与莱费森联合会(DGRV),《2024年德国合作社发展数据》, https://www.dgrv.de/wp-content/uploads/2024/07/Zahlen_und_Fakten_2024_Englisch.pdf, 2024.
- 39 Lankhorst, S., More Projects by Dutch Energy Cooperatives in 2023 Despite Decline in Suitable Sites, Windpowernl, <https://windpowernl.com/2024/03/22/more-projects-by-dutch-energy-cooperatives-in-2023-despite-decline-in-suitable-sites/>, 2024.
- 40 HIER Foundation, Lokale Energie Monitor 2023, <https://www.hier.nu/lokale-energie-monitor-2023>, 2023.
- 41 Benjamin Huybrechts, Macarena Pérez-Suárez, Mar Cobeña, Isadora Sánchez-Torné, Energy Co-operatives in Spain: The Role of Social Enterprises in the Energy Transition, Futures, <https://doi.org/10.1016/j.futures.2024.103381>, 2024.
- 42 Som Energia, <https://www.somenergia.coop/es/welcome-to-som-energia/>.
- 43 Cooperative Energy: Lessons from Denmark and Sweden, http://urbed.coop/sites/default/files/Co-operative%20energy_DTI%20report.pdf, 2024.
- 44 日本法律翻译数据库, <https://www.japaneselawtranslation.go.jp/en/laws/view/3509>.
- 45 德国合作社与莱费森联合会(DGRV),《2021年德国能源合作社调查》, https://www.dgrv.de/wp-content/uploads/2021/06/20210621_Kurz_DGRV_Umfrage_Energiegenossenschaften_2021.pdf, 2021.
- 46 Interreg Danube Region, Recent Survey Highlights Potential of Energy Communities in the EU, <https://interreg-danube.eu/projects/nrgcom/news/recent-survey-highlights-potential-of-energy-communities-in-the-eu>, 2024.
- 47 欧洲能源社区联盟(REScoop), <https://www.rescoop.eu>.
- 48 德国合作社与莱费森联合会(DGRV), 2024年德国合作社发展数据, https://www.dgrv.de/wp-content/uploads/2024/07/Zahlen_und_Fakten_2024_Englisch.pdf, 2024.

- 49 德国合作社与莱费森联合会 (DGRV), 2021年德国能源合作社调查, https://www.dgrv.de/wp-content/uploads/2021/06/20210621_Kurz_DGRV_Umfrage_Energiegenossenschaften_2021.pdf, 2021年.
- 50 Cooperatives in energy market, <http://www.dogerlihukuk.com/en/wp-content/uploads/2015/12/COOPERATIVES-IN-ENERGY-MARKET.pdf>
- 51 Lankhorst, S., More Projects by Dutch Energy Cooperatives in 2023 Despite Decline in Suitable Sites, Windpower.nl, <https://windpower.nl.com/2024/03/22/more-projects-by-dutch-energy-cooperatives-in-2023-despite-decline-in-suitable-sites/>, 2024.
- 52 阿根廷电力合作社联合会 (CONAICE) , <https://www.conaice.com.ar/historia/>
- 53 Energy Cooperatives in Selected Countries of the World: Legal and Economic Aspects, ODCDC, Retrieved July 10, 2024, from <https://ocdc.coop/resource-center/energy-cooperatives-in-selected-countries-of-the-world-legal-and-economic-aspects>
- 54 美国农村电力合作社协会国际基金会 (NRECA International) , <https://www.nrecainternational.coop/where-we-work/bolivia/>
- 55 International Labour Office Cooperatives Unit (COOP), Providing Clean Energy and Energy Access Through Cooperatives, Green Jobs Program, Geneva: ILO, 2013, pp. 9–16, <https://www.unclearn.org/wp-content/uploads/library/ilo55.pdf>.
- 56 International Labour Office Cooperatives Unit (COOP), Providing Clean Energy and Energy Access Through Cooperatives, Green Jobs Program, Geneva: ILO, 2013, pp. 4, <https://www.unclearn.org/wp-content/uploads/library/ilo55.pdf>.
- 57 REN21, Trends in Japan: Facts from the Renewables in Cities 2021 Global Status Report, https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/REN21_Cities2021_Fact-Sheet_Japan.pdf
- 58 Cooperative Models—Lessons from Around the World—Energypedia. (n.d.). Retrieved August 22, 2024, from https://energypedia.info/wiki/Cooperative_Models_-_Lessons_from_Around_the_World
- 59 Green People’ s Energy for Africa, Energy Communities: How to Provide Sustainable Energy for All, <https://gruene-buergerenergie.org/en/topics/community-energy/energy-communities-for-sustainable-energy-solutions-in-sub-saharan-africa/>, 2023.
- 60 Australian Co-operative Links, Retrieved November 2024, from <https://www.coopdevelopment.org.au/electricwaterlinks.html#energy>
- 61 日本农林水产省, 《2024年财年可再生能源相关预算清单》, <https://www.maff.go.jp/j/shokusan/renewable/energy/attach/pdf/index-171.pdf>
- 62 德国EWS合作社, 《2021年财务报告》, <https://www.int.ews-schoenau.de/export/sites/ews/ews/genossenschaft/.files/ews-integrierter-geschaeftsbericht-2021.pdf>
- 63 Strategen Consulting Inc., Economic Powerhouses: The Economic Impacts of America’ s Electric Cooperatives, https://www.electric.coop/wp-content/uploads/2023/10/Strategen_Economic_Powerhouses_Final.pdf, 2023.
- 64 Italy’ s Model for Renewable Energy Communities. YES! Magazine. Retrieved August 28, 2024, from <https://www.yesmagazine.org/environment/2023/03/23/italy-renewable-energy-communities>
- 65 Slanger, D. Rural Electric Cooperatives: 3 Different Approaches to Reducing the Cost of Community-Scale Solar. RMI. https://rmi.org/blog_2016_04_13_rural_electric_coops_3_different_approaches/. 2016
- 66 Sam Houston Electric Cooperative News, <https://www.samhouston.net/news/co-op-lowers-wholesale-energy-costs>
- 67 NRECA, Co-ops Save Members and Themselves Money with Energy Efficiency Programs, <https://www.electric.coop/co-ops-save-members-and-themselves-money-with-energy-efficiency-programs>
- 68 Strategen Consulting Inc., Economic Powerhouses: The Economic Impacts of America’ s Electric Cooperatives, https://www.electric.coop/wp-content/uploads/2023/10/Strategen_Economic_Powerhouses_Final.pdf, 2023.

- 69 U.S. Bureau of Economic Analysis, “Gross Domestic Product,” Accessed September 8, 2023, <https://www.bea.gov/data/gdp/gross-domestic-product>.
- 70 University of Illinois, Department of Agricultural and Consumer Economics, Agriculture’s Contributions to County Economic Activity, February 10, 2023.
- 71 United Nations Development Programme (UNDP), Energy in National Decentralization Policies, 2009.
- 72 NRCEA International. Philippines Rural Electrification Program. Retrieved from <https://www.trade.gov/market-intelligence/philippines-rural-electrification-program-0>
- 73 Wildpoldsried Community Energy, Wind Energy Initiatives, <https://www.wildpoldsried.de/wind-kraft.html>.
- 74 欧盟BECoop 项目网站, <https://www.becoop-project.eu/>.
- 75 E-Werk Prad官方网站, <https://www.e-werk-prad.it/>.
- 76 欧盟COMPILE 项目网站, <https://main.compile-project.eu/>.
- 77 欧盟COMPILE项目网站, 卢切能源社区介绍, <https://main.compile-project.eu/sites/pilot-site-luce/>
- 78 美国农村电力合作社协会 (NRECA) , Achieving Cooperative Community Equitable Solar Sources (ACCESS), <https://www.cooperative.com/programs-services/bts/access/Pages/default.aspx>; **ACCESS Project Case Study: Anza Electric Cooperative**, <https://www.cooperative.com/programs-services/bts/access/Documents/Advisory-ACCESS-Case-Study-Anza-Dec-2023.pdf>
- 79 美国明尼苏达电气合作社 “运营结余项目 (Operation Round Up) ” 网站, <https://www.mvec.net/operation-round-up/>
- 80 Clean Energy by the People for the People, Stanford Social Innovation Review, Paul Hockenos, 2019 <https://www.ews-schoenau.de/export/sites/ews/ews/presse/.files/1901-stanford-review-clean-energy-ews.pdf>
- 81 Samsø: An Island Community Pointing to the Future | Denmark, UNFCCC, 2023 UN Global Climate Action Awards, <https://unfccc.int/climate-action/un-global-climate-action-awards/climate-leaders/samsø>
- 82 Samsø Energy Academy, About Us, <https://energiakademiet.dk/en/om/energiakademiet/>.
- 83 National Rural Electric Cooperative Association (NRECA). Seven Cooperative Principles. Retrieved from <https://www.electric.coop/seven-cooperative-principles%E2%80%8B>
- 84 联合国粮食及农业组织 (FAO), Hidden Importance of Wood Fuel, <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/9d8515bc-827d-45dd-a087-e7965757188a/content/forest-products-statistics-2023/hidden-importance-of-wood-fuel.html>.
- 85 ARUWE Project, Empowering Rural Women in Uganda, <https://api.knack.com/v1/applications/5b23f04fd240aa37e01fa362/download/asset/656781138671a5002985aae6/ugandaaction-forruralwomensempowermenttec.pdf>.
- 86 IRENA, Renewable Energy: A Gender Perspective, 2019. <https://www.irena.org/publications/2019/Jan/Renewable-Energy-A-Gender-Perspective>
- 87 Windfang, Wind Energy Projects, <http://s477174211.website-start.de/windenergieanlagen/eingesteigert-windstrom/>.
- 88 美国农村电力合作社协会 (NRECA) , Celebrating Women in Energy, <https://oaec.coop/2024/03/celebrating-women-in-energy/>, 2024.
- 89 Canadian Center For The Study of C-operatives (CCSC), A Census of Renewable Energy Co-operatives in Canada, <https://usaskstudies.coop/documents/research-reports/renewable-energy-co-operatives-in-canada-updated-final-report.pdf>, 2022.
- 90 Clean Energy by the People, for the People, Stanford Social Innovation Review, https://ssir.org/articles/entry/clean_energy_by_the_people_for_the_people, accessed August 22, 2024.
- 91 Community Energy Cooperative: Schönau, Germany, Centre for Public Impact (CPI), <https://www.centreforpublicimpact.org/case-study/community-energy-cooperative-schoenau-germany>, accessed August 22, 2024.

- 92 HIER Foundation, Lokale Energie Monitor 2023, <https://www.hier.nu/lokale-energie-monitor-2023>, accessed August 22, 2024.
- 93 Annabel Yadoo & Heather Cruickshank, The Value of Cooperatives in Rural Electrification, Energy Policy, 2010, https://energypedia.info/wiki/Cooperative_Models_-_Lessons_from_Around_the_World#Bangladesh:_An_Asian_Success_Story.
- 94 Bangladesh Rural Electrification Board, 2021-2022 Annual Report, <https://file-dhaka.portal.gov.bd/media/34b37be4-328b-4113-ac5c-f5da70948e0a/uploaded-files/a-brebannual-report-2021-22inner07-copy.pdf>.
- 95 RMI transition hub.
- 96 Bürgerwerke, Community Energy in Germany, <https://buergerwerke.de/>.
- 97 Agentur für Erneuerbare Energien (AEE), Community Energy in Germany: An Overview, https://www.unendlich-viel-energie.de/media/file/3591.89_Renews_Spezial_Community_energy_LECo.pdf ; HIER Foundation, Local Energy Monitor 2023, <https://www.hier.nu/lokale-energie-monitor-2023>.
- 98 German Cooperative and Raiffeisen Confederation (DGRV). (2024). Survey on energy cooperatives in Germany 2024. https://www.dgrv.de/wp-content/uploads/2024/07/DGRV_Energiegenossenschaften_Umfrage_2024_Englisch.pdf.
- 99 HIER Foundation, Local Energy Monitor 2023, <https://www.hier.nu/lokale-energie-monitor-2023>.
- 100 萧山益农. (2024). 群围村入选“浙江省分布式光伏发电项目高质量典型案例”. 微信文章. https://mp.weixin.qq.com/s?__biz=MzA4NDAxNjY3Mg==&mid=2649496694&idx=2&sn=f64d0152f02b131ee111e600c3855c67&chksm=87f51739b0829e2fedfc116ef846f0130f5d42311fad7aa91133063683609f9d-9391baadc3f4&scene=27
- 101 乌拉特中旗人民政府网站. 2022. 详见 http://www.wltzq.gov.cn/wltzqsjb/zw/zdlygksj/fpgzsj/202212/t20221220_411253.html
- 102 微耀州. (2024). 耀州:分布式光伏项目助力乡村振兴. 微信文章. https://mp.weixin.qq.com/s?__biz=MzA4ODkyODY2Ng==&mid=2650851660&idx=2&sn=016d5067d-0b03ab24948b13ef5de3658&chksm=8aae68603f6a78426b9daa92984818f63c2278767164b-b5e862f30dd84540310f0fb06d53c72&scene=27

郝一涵、李君、李婷，迈向共建共享的零碳能源未来——全球农村能源合作社的经验与探索，落基山研究所，2025，<https://rmi.org.cn/insights/toward-a-shared-zero-carbonenergy-future-a-global-analysisof-rural-energy-cooperatives/>



除特别注明，本报告中所有图片均来自iStock。



RMI Innovation Center

22830 Two Rivers Road
Basalt, CO 81621

www.rmi.org

© 2025年4月，落基山研究所版权所有。
Rocky Mountain Institute和RMI是落基山研究所的注册商标。