

为小规模渔业提供去 中心化可再生能源 毛里塔尼亚



版权所有 © IRENA 2025

除非另有说明，本出版物中的资料可自由使用、共享、复制、再版、打印和/或存储，前提是须注明IRENA为资料来源和版权所有。本出版物中归第三方所有的资料可能受不同的使用条款和限制约束，并在使用此类资料前，可能需要获得这些第三方的适当许可。

ISBN: 978-92-9260-678-7

引用：IRENA (2025)，国际可再生能源机构，*毛里塔尼亚传统渔业的分布式可再生能源*
阿布扎比。

关于IRENA

国际可再生能源署 (IRENA) 是一个政府间组织，支持各国向可持续能源未来过渡，并作为国际合作的主要平台、卓越中心以及可再生能源政策、技术、资源和金融知识的宝库。IRENA促进各种形式的可再生能源（包括生物质能、地热能、水能、海洋能、太阳能和风能）的广泛采用和可持续利用，以实现可持续发展、能源获取、能源安全和低碳经济增长与繁荣。

www.irena.org

致谢

这份报告在古尔布兹·戈努尔（国际可再生能源署国家参与与合作主任）和卡维塔·拉伊（国际可再生能源署）的指导下制定，由巴布卡尔·比特亚耶（国际可再生能源署）、穆罕默德·莱明·阿卜杜勒·哈米德和艾哈迈德·阿赫梅德·阿莱姆（顾问）撰写。该报告由卡罗琳·奥奇恩、马马杜·贡迪亚姆和威尔逊·马特凯尼亚（国际可再生能源署）审阅。该报告受益于扎卡里亚·苏马雷（能源和石油部）、穆罕默德·巴哈尔姆（渔业、海上基础设施和港口部）、阿布·马利克·迪奥（联合国环境规划署-马）、哈马迪·巴哈迪·哈马迪（渔业全国联合会）、手工业渔业全国联合会以及技术和金融合作伙伴提供的反馈。

出版物和编辑支持由弗朗西斯·菲尔德和斯蒂芬妮·克拉克提供。技术审查由保罗·科莫提供。该报告由艾琳·克伦编辑，由Elkanod ata设计。

本报告得益于阿拉伯联合酋长国政府和开放社会基金会的自愿贡献而得以完成。

如需更多信息或提供反馈，请访问：publications@irena.org

从 www.irena.org/publications 下载

免责声明

本出版物及本出版物中的材料按“原样”提供。国际可再生能源署 (IRENA) 已采取一切合理预防措施核实本出版物中材料的可靠性。然而，国际可再生能源署 (IRENA) 及其官员、代理人、数据或其他第三方内容提供者均不提供任何形式的保证，无论是明示的还是暗示的，并且他们对使用本出版物或本出版物中的材料所造成的任何后果概不负责。

此处包含的信息并不一定代表IRENA所有成员的观点。提及特定公司或某些项目或产品，并不意味着IRENA优先认可或推荐它们，而非提及的其他具有类似性质的公司或项目或产品。此处采用的设计称谓以及材料的表现形式，并不表明IRENA对任何地区、国家、领土、城市或地区的法律地位，或其当局，或对其边界或界限的划定有任何意见的表达。

内容

执行摘要	7
1. 引言	10
1.1 社会经济背景	10
1.2 渔业部门概述	11
1.3 能源行业概览	13
1.4 毛里塔尼亚可再生能源发展	15
1.5 气候变化对渔业部门的影响	17
2. 方法论	18
2.1 利益相关者咨询和初级数据收集	18
2.2 DRE 解决方案的技术经济分析	19
3.毛里塔尼亚传统渔业价值链	20
3.1 输入供应商：造船厂和制冰厂	20
3.2 手工渔业生产与船队	21
3.3 存储和处理	22
3.4 鱼贩和商人	22
3.5 手工艺鱼类加工	22
3.6 渔业中的女性	23
4. 手工渔业价值链中的能源需求	24
4.1 大规模消费者	24
4.2 中小型消费者	25
5. 毛里塔尼亚传统渔业采用DRE的障碍	27
5.1 技术限制	27
5.2 渔业部门融资渠道	27
5.3 利益相关者对采用DRE的意识与意愿	28
6.毛里塔尼亚传统渔业DRE解决方案分析	29
6.1 手工业捕鱼部门DRE解决方案选项	29
6.2 技术经济分析提出的DRE解决方案	31
6.3 避免了二氧化碳排放	35
6.4 总投资资本需求	35
7.结论和建议	37
参考文献	39

缩写

CAPEC 储蓄和信用合作社 () 储蓄和信贷互助社
CAPEX 资本性支出
CO₂ 二氧化碳
CO₂当量 二氧化碳当量
COP 缔约方会议
DRE 去中心化可再生能源
GDP 国内生产总值
GHG 温室气体
GTA 大龟阿美耶姆
GW 吉瓦
吉瓦时 吉瓦时
hp 马力
IRENA 国际可再生能源署
内部收益率 内部收益率
KfW 德国发展银行 () 复兴信贷银行
kg 千克
km² 平方公里
kW 千瓦
千瓦时 千瓦时
kWp 千瓦峰值
L 升
m 米
m/s 米每秒
m² 平方米
m³ 立方米
MEP 能源石油部 () 能源与石油部
MFI 小额信贷机构
mpa 海洋保护区
MPIMP 渔业部、海洋基础设施和港口部 () 渔业部、海上基础设施和港口部
MRU 毛里塔尼亚乌吉亚 () 货币
MW 兆瓦
兆瓦时 兆瓦时
MWp 兆瓦峰值
NAP 国家适应计划
NDC 国家自主贡献
净现值 净现值
运维 操作与维护
OMVS 塞内加尔河流域开发组织 () 塞内加尔河流域价值提升组织
PNBA 昂加宁国家公园 () 巴恩德阿拉桂因国家公园
PV 光伏
RRA 可再生能源准备情况评估
SOMELEC 毛里塔尼亚电力公司 () 毛里塔尼亚电力公司
t 吨
UNFCCC 联合国气候变化框架公约
美元 美元
W 瓦



© 阿蒂拉·扬迪 / Shutterstock.com

执行摘要

毛里塔尼亚的渔业部门是国民经济的重要杠杆。2023年为该国国内生产总值（GDP）贡献了2.8%，并支撑了66,000个直接就业岗位和300,000个间接就业岗位，渔业占初级产业产出的14.9%，并产生了总出口创收的19.9%。拥有超过720公里的海岸线，毛里塔尼亚是非洲第二大鱼类产品生产国和出口国，占非洲总产量的8.3%和总出口的10.7%。年捕捞量在845,000吨（t）和1.2百万吨（t）之间。

手工业捕捞尤其重要，产生约80%的行业增加值和就业机会。在国内，该子行业每年为当地消费供应78,000吨鱼类，在粮食安全中发挥着关键作用。尽管如此重要，但手工业渔业价值链由于高度依赖化石燃料而面临系统性的能源挑战，这削弱了盈利能力，推高了运营成本，并加剧了温室气体（GHG）排放。同时，毛里塔尼亚拥有大量尚未开发的可再生能源潜力（主要是太阳能和风能）。转向分散式可再生能源（DRE）技术有可能降低运营成本，减少碳排放，并提升行业参与者的生计和韧性。

该报告评估了在毛里塔尼亚的业余渔业价值链中部署分散式可再生能源解决方案的机会和障碍。它规划了将可再生能源系统整合到价值链特定环节的机会，并为促进该部门经济增长的关键运营提出了实用的技术解决方案。

该研究采用了一种整体性、参与性和迭代的方法，旨在直接从小规模渔民利益相关者那里收集一手信息，以识别能源需求和发展机遇，使用调查方法和焦点小组。基于识别出的需求和机遇，该研究针对价值链的不同环节提出了技术型DRE解决方案，并使用关键财务指标（净现值和内部收益率）来评估所提出方案的可行性。该研究还探讨了部署这些DRE解决方案的环境影响，量化了潜在的二氧化碳减排量。

该研究揭示，小规模捕鱼部门面临主要限制，如下：

- 能源获取：95%的大型消费者（加工厂、仓储仓库和冷库）和96%的小型 and 中型企业消费者（渔民、鱼贩）报告的主要挑战是高燃料成本、不可靠的供应以及捕鱼区有限的电力获取。
- 融资渠道：毛里塔尼亚传统渔业价值链中的利益相关者指出了获取融资的显著挑战，90%的批发商、75%的渔民、66%的大型消费者（加工厂）和57%的传统加工商都报告了这些问题。获取融资的主要障碍包括高利率、严格的担保要求、当地定制金融服务有限以及短期还款期。

在渔业从业者的意识和采用DRE的意愿方面，84%的大型消费者、78%的渔民和46%的鱼商表现出对可再生能源技术的认知，特别是太阳能和风能。大多数利益相关者表示，如果这些技术更容易获得，他们愿意使用DRE解决方案进行他们的活动，其中100%的大型消费者和手工加工商表示愿意采用DRE解决方案。同样，89%的鱼商和70%的渔民表示有兴趣将DRE整合到他们的运营中。根据94%受访渔民的调查，DRE可用于为手工渔船（皮洛格）上改造的电池电机和配件供电，而4%建议其用于操作船上的制冷设备。在预期效益方面，44%的渔民将运营成本节约视为采用DRE解决方案的主要优势。

根据能源需求评估、利益相关者磋商以及毛里塔尼亚的可再生能源(DRE)市场生态系统，报告针对大规模消费和小型及中型消费提出了以下可再生能源解决方案，以满足手工渔业价值链各细分市场的能源需求。

大规模消费者

- 并网式太阳能光伏系统用于鱼厂：分析结果显示，消费者类别具有正的净现值（NPV），范围在33348美元至166740美元之间，表明所提出的太阳能光伏（PV）投资是可行的。内部收益率（IRR）为12%，高于毛里塔尼亚现行利率（7.7%）。每个消费者类别的现金流折现显示盈亏平衡点为八年。
- 太阳能制冰厂：所提出的方案基于使用一个小型单位，日产能为2吨冰，由一个5千瓦峰值（kWp）的太阳能光伏制冷单元供电。根据分析，NPV估计为39246美元，IRR为24%，显示了在毛里塔尼亚渔业部门中将太阳能光伏用于制冰的吸引力。

中小型消费者

- 为渔民的改造船只电机和配件提供太阳能电池：该场景基于将15马力（hp）的舷外发动机更换为同等功率（12千瓦）的电机，由锂电池供电。总投资成本估计为30000美元，其中超过90%用于储能电池，分十年摊销。分析表明，净现值为9727.81美元，内部收益率为14%，表明该方案可行。
- 为鱼贩设计的太阳能冷藏设备（冷冻机）：该DRE解决方案基于使用1千瓦光伏（1kWp）驱动的冷冻机，每年生产2兆瓦时（MWh/年）。预期的净避免成本表示节省的冰购买费用减去维护成本。根据分析，预计投资期内净现值为452美元，内部收益率为11%，表明该技术方案对鱼采集者、批发商和分销商具有可行性。
- 社区共有的太阳能冷库：该场景基于使用日存储容量为800千克（kg）的制冷机组，由5千瓦（kWp）太阳能光伏系统供电。根据调查分析，预计净现值为7955美元，内部收益率为15%。

总投资资本需求

根据评估，总投资需求为1.6312亿美元。其中最大份额的投资，超过58%，旨在为小型渔船（15马力发动机）进行电池驱动电机改造，突出了对小型渔业脱碳的强烈关注，并可能降低燃料成本和温室气体排放。为部署单个太阳能冷藏箱，需要6780万美元，以惠及受仓储设施不足导致经济损失最严重的收集者和分销商。太阳能光伏冷藏库，目标是冷冻、冷藏和冰厂，将需要4820万美元，强调了可靠的电力在保持鱼品质和减少捕捞后损失方面的关键需求。

在 artisanal fishing 价值链中的能源需求分析基础上，该报告提出了定制化的 DRE 解决方案，包括为大型消费者提供并网的太阳能光伏发电、为渔船提供电动化、为渔村提供太阳能冷藏和制冰，以及为小规模鱼类加工者提供太阳能干燥器。这些解决方案是模块化的，可根据电力需求和负荷需求进行扩展。这些解决方案的成功实施需要政府与技术和金融合作伙伴的通力合作，以提高国家利益相关者对这些技术经济、社会和环境效益的认识，并促进地方创业生态系统的开发。建议采取以下关键行动：

- 制定一项国家战略，推动生产用途的分布式可再生能源发展，使其不仅覆盖渔业领域，还包含农业、畜牧业、贸易和小型工业。优先考虑旨在提升渔业价值链中妇女、青年和小型生产者能力的计划和项目。
- 提高对DRE利益相关者的认知并提供支持：开展有针对性的宣传运动，向小规模渔业价值链中的利益相关者宣传可再生能源的好处
- 支持小规模生产者（手工业渔民、小规模鱼贩）等等在采用合作
为促进对可再生能源解决方案的集体投资，建立模型（合作社、互助团体），
通过团结保证提升财务可行性并鼓励社区所有权。
- 实施优惠税收政策：对所有太阳能设备、材料和维护服务免除进口关税
用于提高市场可用性并降低前期投资成本。
- 开发和实施国家DRE设备和安装的标准和认证体系。
- 开发DRE技术的能力建设，为利益相关方配备必要的知识和工具
采用可再生能源解决方案并在其活动中提高能源效率
- 鼓励私营部门对这一领域的投资，与国家工业化战略（2023-）保持一致
到2030年)通过实施基于激励的税制、引入专门的融资机制，包括
小额信贷解决方案，量身定制以满足小型生产者的需求，提高授予的融资门槛
小额金融机构，并修订电力法实施条例以允许增加
为大型消费者（如渔厂）的发电自给

1 引言

渔业部门在毛里塔尼亚国民经济中发挥着关键作用，贡献了国内生产总值（GDP）的3-6%。毛里塔尼亚是非洲第二大鱼产品生产国和出口国，贡献了非洲总产量的8.3%和总出口量的10.7%（粮农组织，2024年）。2023年，该部门贡献了出口总收入的19.9%，同时支持了66,000个直接就业岗位，其中42,000个从事小规模捕鱼，此外还有300,000个间接就业岗位。小规模捕鱼部门尤为重要，贡献了该部门80%的就业岗位。

然而，手工捕鱼行业面临着严峻的能源挑战。其在上游和下游活动中对化石燃料（主要是汽油和柴油）的严重依赖——从捕捞到保鲜和分销——导致运营成本高昂和环境污染。鉴于毛里塔尼亚拥有巨大的太阳能和风能潜力，该国条件利用可再生能源发电，以满足各行业，特别是手工捕鱼行业的能源需求。转向可再生能源可以同时降低运营成本，减少温室气体（GHG）排放，并增强该行业应对气候变化的能力（Puri, ., 2023）。等

在该研究中，国际可再生能源机构（irena）评估了为毛里塔尼亚的手工渔业价值链部署分布式可再生能源（dre）解决方案的机遇和障碍。该报告概述了最适合价值链不同环节的dre解决方案，以支持脱碳工作并改善该行业的能源获取。

1.1 社会经济背景

位于北非和撒哈拉以南非洲的交叉路口，伊斯兰共和国毛里塔尼亚西濒大西洋，北邻西撒哈拉和阿尔及利亚，东接马利，南靠塞内加尔。该国是一个沙漠国家，面积达1030700平方公里(km²)截至2023年，该国人口为490万人（世界银行，2024a），其中53.6%居住在城市地区（ANSADE，2024a）。该国的行政结构划分为15个地区（），63部门（）和219个乡。省 moughataas

2016年，毛里塔尼亚政府启动了其国家发展蓝图，《加速增长与共享繁荣战略》（）对于2016-期间的国家加速增长和共享繁荣战略

2030年。该战略旨在通过利用三个关键战略杠杆来增强经济韧性，促进共同富裕：i）推动强大、可持续和包容性增长；ii）发展人力资本，扩大获得基本社会服务的途径；以及iii）加强所有领域的治理（毛里塔尼亚政府，2017年）。

虽然经济在2017年显示出持续增长，达到6.3%，但由于经济改革和有利的商品价格，COVID-19大流行在2020年导致0.4%的收缩。随后经济复苏，2021年增长0.7%，2022年增长6.8%，但2023年略有下降至6.5%（毛里塔尼亚中央银行，2024年）。在部门层面，初级部门（农业、渔业等）收缩至1%，而2022年的增长率为8.7%。增长 例如

在次级产业（制造业、建筑业等）放缓至5.8%，与2022年的12.5%相比 例如

主要由于制造业活动下降（不包括水和电力），预计第三产业（服务业、贸易等）实际国内生产总值增长5.8%，较2022年的8.0%有所增加。 例如

2023年，第三产业在经济产出中占比达43.8%，以服务业（45.7%）、贸易（24%）、交通运输与通讯业（14%）以及公共管理（16.3%）为主要驱动。第二产业贡献30.6%，主要来自采矿业（占行业产出的61.8%），其次是制造业（27.5%）和建筑业（10.7%）。第一产业占比18.7%，其中畜牧业居首（57.1%），其次是农业（28%）和水产养殖业（14.9%）。

根据世界银行对毛里塔尼亚的宏观经济贫困展望报告，由于公共消费疲软和矿产（黄金和铁矿石）生产放缓，经济增长在2024年放缓至5.2%（世界银行，2025年）。中期展望良好，预计2025-2027年国内生产总值（GDP）年均增长率为5.1%，主要受大海龟阿梅姆（GTA）项目下天然气生产和出口的启动、谨慎的财政政策以及旨在吸引私营部门投资的多元化经济努力的驱动。自2010年以来，政府的改革增加了生产部门GDP的份额，减少了粮食进口（尤其是2012年以来的水稻进口），并通过重组协议改善了债务可持续性。因此，外部和公共债务困境的风险被评估为“中度”，有一定的缓冲能力来吸收冲击（世界银行，2024b）。

1.2 渔业部门概述

毛里塔尼亚的海岸线超过720公里，专属经济区跨越205000平方公里² 位于努阿迪布的北部渔区。这片海域拥有极其丰富的生态系统，支持着超过600种鱼类——其中200种具有商业价值（毛里塔尼亚政府，2022年）。摩洛哥之后，毛里塔尼亚是非洲第二大鱼类产品生产国和出口国，贡献了非洲总产量的8.3%和总出口量的10.7%（联合国粮食及农业组织，2024年）。

渔业部门是国民经济的一个杠杆，2023年为毛里塔尼亚的GDP贡献了2.8%，占初级产业产出的14.9%（毛里塔尼亚中央银行，2024年）。2023年，该部门贡献了总出口收入的19.9%（ANSADE，2024b），同时支持了66,000个直接就业岗位，其中42,000个在传统渔业，另有300,000个间接就业岗位（ANSADE，2024b；毛里塔尼亚政府，2024a）。传统渔业尤其关键，产生了该部门约80%的附加值和就业机会。在国内，该子部门每年供应78,000吨（t）的鱼类，在粮食安全中发挥着生命线作用。2023年，人均鱼类消费量估计为每年每人14.6千克（kg）。

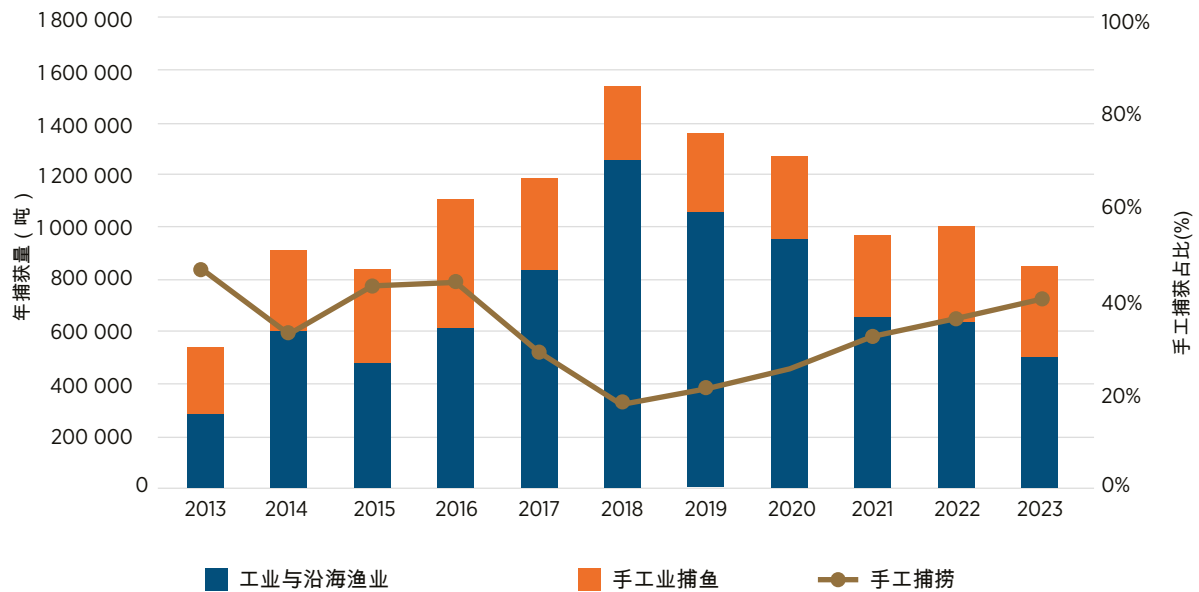
	2020	2021	2022	2023
生产（1000吨）	1273	1010	995	845
出口量（1000吨）	762	629	656	614
出口额（百万美元）	762	947	731	744
产生的收入（百万美元）	224	194	217	197
对GDP的贡献率（%）	6.3	5.1	5.7	2.8

来源：（毛里塔尼亚政府，2024a）。注释：GDP=国内生产总值；t=吨；USD=美元。

为了限制在特定期限内可捕捞的鱼类的数量，渔业、海上基础设施和港口事务负责部长为不同的渔业类别设定了总可捕捞量。捕捞活动在双重监管体系下运作：为处理国内捕获物的船舶 **国家政权**
a 对于非居民业务。在2023年，后者占当年总收入的50.7%。 **外国政权**
该领域。该船队包括182艘深海船、99艘近海船和超过8000艘渔船（**皮罗gue**）。

各物种的年捕获量在2020年的120万公吨和2023年的84.5万公吨之间，主要由沙丁鱼和鲭鱼等小型中上层鱼类主导。这一下降主要归因于该部门为管理渔业生产而采取的措施，例如对在传统渔业区运营的渔船的捕捞能力进行调控，以及根据2022年11月批准的小型中上层鱼类渔业管理计划减少沿岸中上层鱼类捕捞，该计划是依据2021年签署的毛里塔尼亚-欧盟渔业协定实施议定书中做出的承诺。

图1 毛里塔尼亚年度总捕鱼量演变



来源：(毛里塔尼亚政府，2024a)。注意：t = 吨。

大多数水产品通过毛里塔尼亚渔业营销公司 (毛里塔尼亚公司) 在2023年，出口量较2022年减少了约6%。鱼类商业化从约656000吨下降到约614000吨。2023年，毛里塔尼亚水产品的主要出口市场以非洲国家 (71.7%) 为主导，其次是亚洲 (15.5%) 和欧洲 (12.8%)，按数量计算。2023年，出口水产品的总价值为7.44亿美元 (毛里塔尼亚政府，2024a)。按出口产品价值计算，欧洲仍然是主要市场，占总额的39%，与2022年的40.5%相比略有下降。其次是非洲大陆，占32%，连续第二年保持这一地位。

渔业部门的法律和制度框架

毛里塔尼亚的渔业和海洋经济部门由2022-2024年政策与规划信函()，其目的是保存 渔业与海洋经济政策和规划信函 海洋资源，创造财富和就业，加强粮食安全，并建立良好治理。本战略的一个关键优先事项是发展价值链，重点关注渔业产品的高附加值加工，并将其融入国民经济。该行业由两项主要法律监管：渔业法第2015-017号和商船法第2013-029号。渔业法概述了毛里塔尼亚水域中捕捞、发展和营销渔业产品的规则，强调为子孙后代保护和可持续开发资源。商船法涵盖广泛的海洋问题，包括船舶航行、安全、安保、运输、环境问题、许可、海洋领域管理和船员权利。它还涉及毛里塔尼亚批准的国际海事公约的实施，确保对国家海洋活动进行全面监管。

毛里塔尼亚渔业部门的法律框架主要围绕渔业、海洋基础设施和港口部 ()，which 渔业、海上基础设施和港口部 [MPIM PJ] 监督政府部门、研究机构和运营实体的中央和分散结构，负责海洋和渔业领域的资源管理、研究、检查和监管监督。

该部门进一步得到关键基础设施和营销实体的支持，这些实体促进了渔业产品的加工、分销和商业化。制度环境得到了如国家渔业联合会等专业社会组织的补充 ()， 法国渔业联合会 鱼类出口商、分销商和收购商联合会(渔民出口商联合会，分销商)，和全国手工业渔业联盟()，which 收集器 全国业余渔业联合会 代表渔业中各方利益相关者的利益。

毛里塔尼亚拥有丰富的能源资源，包括化石能源和可再生能源。就可再生能源而言，该国以太阳能和风能资源为主，同时通过塞内加尔河流域发展组织（*塞内加尔河流域开发组织*）

由于该国人口密度低，且其居住地分散在广阔的领土上，^[OMVS]

毛里塔尼亚的电力系统高度分散，由孤立、非互联的电网组成，主要由柴油发电机供电，目前覆盖了2600个潜在站点中的250个地方电网。它由几个孤立电网组成。其中21个集群由6家私营运营商在受监管的特许经营合同下运营，该合同由多部门监管机构监督，而其余部分则在毛里塔尼亚电力公司（*的授权下管理。*）。然而，最近 *毛里塔尼亚电力公司* [SO MELEC]

签署的太阳能光伏（PV）和风能项目谅解备忘录表明，购买价格低于0.06美元/千瓦时（kWh），预计随着天然气的引入将进一步降低，从而导致总体成本大幅下降（毛里塔尼亚政府，2024b）。

近年来，烃类子行业取得了显著发展，尤其是在油气田的发现方面。一个值得注意的例子是毛里塔尼亚和塞内加尔的合资项目GTA项目，该项目基于2015年的一项发现，于2025年初实现了首次天然气生产。此外，毛里塔尼亚已成为清洁能源创新领域的领导者，拥有四个主要的绿色氢气生产项目¹ 目前正处于规划和开发中。这些举措已将毛里塔尼亚定位为非洲大陆上最具吸引力的可再生能源投资目的地之一。根据国际能源署的分析，到2030年，毛里塔尼亚可能成为撒哈拉以南非洲最大的氢燃料出口国，向该大陆供应高达35%的氢燃料出口总量（IEA，2023）。

毛里塔尼亚的电力系统还包括SOMELEC网络，该网络经营发电厂，包括热力、太阳能和风力设施。总装机容量超过800兆瓦（MW），而可用容量（不包括偏远地区）目前合计约为510兆瓦以上。毛里塔尼亚的电力普及率显著提高，从2019年的41%上升到2024年的55%（世界银行，2024c），尽管城市地区（普及率为92%）和农村地区（普及率为6%）之间存在巨大差距（毛里塔尼亚政府，2024b；国际能源署，2024）。努瓦克肖特和努阿迪布的城市中心约占近80%的电力消耗。等

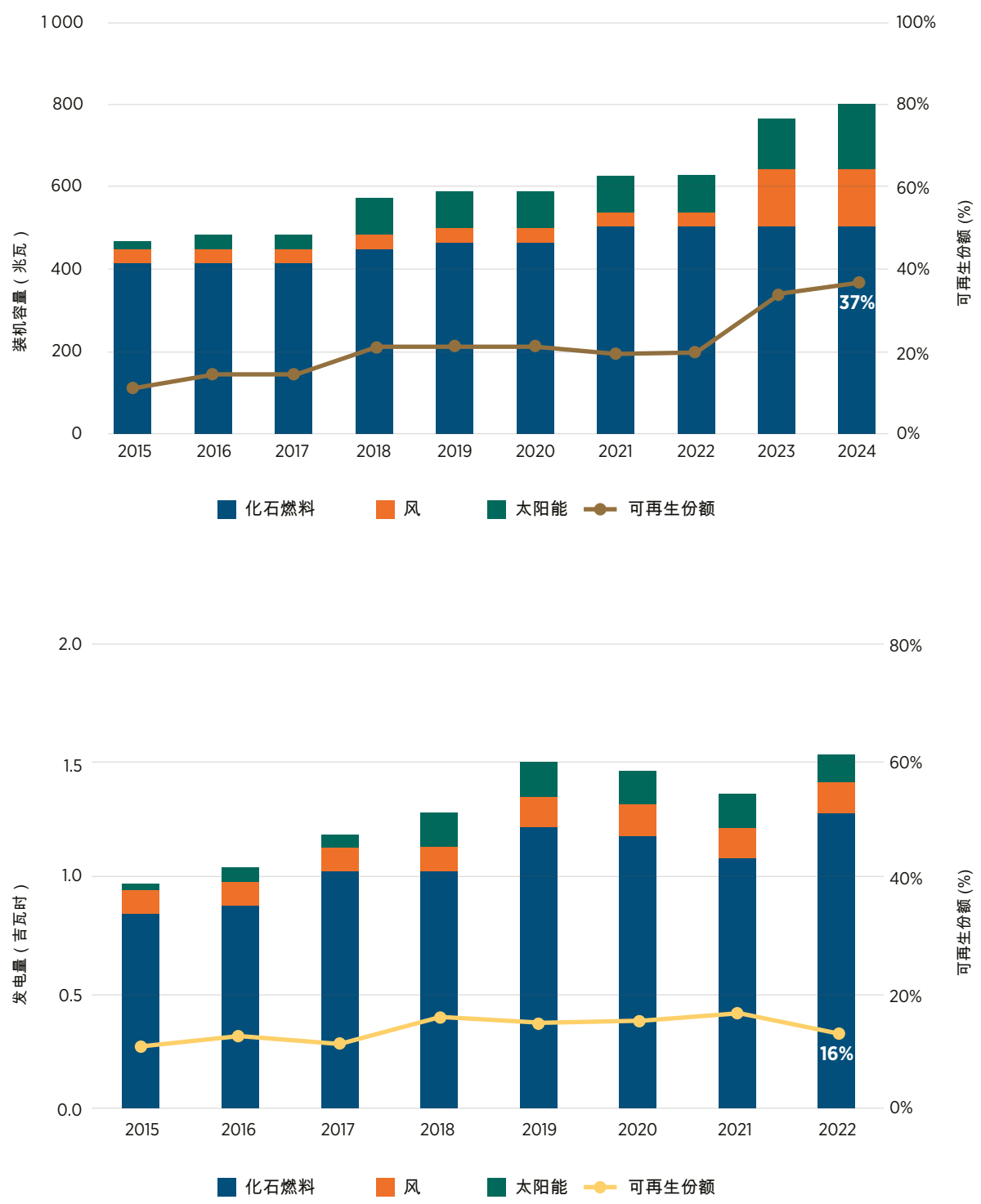
可再生能源资源代表着一个重大机遇，政府致力于开发利用以推动可持续的社会经济发展。

2024年12月，政府启动了一项国家级能源协议（*），其目标为 国家能源协定*

到2030年，为额外340万人提供电力接入，从而将国家接入率从当前的55%提高到100%，并将可再生能源发电的份额显著提高提高到2030年的70%（世界银行，2024d）。预计私营部门将在实现这些目标中发挥关键作用，目标是动员12.3亿美元私人投资用于发电、输电和配电，以及DRE系统的部署。

¹ Aman, Nour, Green Ammonia和Nasim项目

图2 装机容量和发电量演变



来源：(IRENA, 2025a)。注释：GWh=吉瓦时；MW=兆瓦。

法律、政治和战略框架

在过去的几年里，毛里塔尼亚政府已制定能源领域的政策和战略，旨在到2030年为毛里塔尼亚人民提供安全、低成本的电力供应，实现全民覆盖。该政策围绕以下目标构建：

- 加快获得电力，以实现到2030年国内、商业和工业部门全面普及能源的雄心勃勃的目标。
- 基于当地资源提高生产能力，主要依靠天然气和可再生能源资源（太阳能、风能），通过OMVS补充水力发电。
- 通过快速提高可再生能源在生产组合中的份额，实现国家能源组合的多样化。
- 发展国家与地区电网和互联。

主要利益相关方是国家能源和石油部（*MEP*），它是 *能源与石油部 [MEP]* 负责制定电力行业的政策方向；跨部门监管机构（*机构*），它负责监管电信、水务和电力行业；SOMELEC；*跨行业监管* 公共服务承包商（*本质上*）*公共水电服务代表团* 矿业公司和大工业企业）；以及OMVS。农村电气化发展署（*农村电气化发展局*），负责协调和促进农村电气化工作。然而，随着能源部门最近的机构重组，其农村电气化职责的大部分已被转移至SOMELEC。

该领域最近的制度改革

毛里塔尼亚政府，在技术及财务合作伙伴的支持下，正在实施改革以提升能源部门的绩效。这些改革旨在制定一个现代化且合适的法律及制度框架，以解决当前瓶颈，吸引私人投资并明确各利益相关者的角色。

这些改革的一个基石是2022年12月12日颁布的新《电力法》（毛里塔尼亚政府，2024c）。该立法鼓励私营部门参与电力生产和农村电气化，通过电力来源多样化促进能源转型，并专注于发展可再生能源生产，包括绿色氢能。该法旨在通过加强次区域和区域互联，提高该部门绩效，以惠及人口和民族经济。

改革还包括2024年1月16日通过行政法令对SOMELEC进行的重组，将其分为三个公共子公司，分别为发电和输电、配电和商业化，以及农村电气化，这些子公司隶属于一家公共控股公司（毛里塔尼亚政府，2024c）。这项决策得到了加强监管机构并扩大其对SOMELEC活动监管范围的举措的补充。此外，政府还在MEP内设立了专门的可再生能源部门，进一步展示了其现代化和转型能源部门的承诺。

1.4 毛里塔尼亚可再生能源发展

2013年至2014年，国际可再生能源署（IRENA）对毛里塔尼亚进行了可再生能源准备情况评估（RRA），该评估表明该国拥有丰富的可再生能源资源，特别是风能、太阳能、生物质能和小型水能（IRENA, 2015）。自那时以来，毛里塔尼亚在部署供国家电网使用的太阳能和风能方面取得了进展，并计划在2030年前实施更多项目（世界银行，2024d）。毛里塔尼亚是非洲开发银行“从沙漠到电力”倡议的一部分，该倡议旨在利用萨赫勒地区的11个国家的太阳能潜力（布基纳法索、乍得、吉布提、埃塞俄比亚、厄立特里亚、马里、毛里塔尼亚、尼日尔、尼日利亚、塞内加尔和苏丹），目标是到2030年部署100吉瓦（GW）的光伏发电，并通过电网和离网解决方案的混合方式为2.5亿人提供电力（非洲开发银行，2020）。

太阳能

毛里塔尼亚拥有很高的太阳能潜力，最适宜的地区位于该国的中部和北部地区。平均每日全球水平辐射量在每平方米4.9千瓦时（ m^2 ）至6.5千瓦时/ m^2 之间，相当于每年2000千瓦时/ m^2 至2300千瓦时/ m^2 的潜力。太阳能辐射呈季节性变化，在3月至5月达到峰值，在11月至1月达到最低值。然而，月度和年度太阳能辐射的总体季节性相对较小。光伏发电的年际变异性小于2%。

毛里塔尼亚的地貌可分为三个明显不同的区域，每个区域都有其独特的特征：

- 该国北部以炎热干旱的沙漠气候为特征，为太阳能生产提供了最优越的条件。
- 与北方相比，南方的气候更湿润，太阳能资源更少。
- 沿海地区暴露在较低温度但湿度较高的地区。

表2 毛里塔尼亚安装的太阳能光伏电站

太阳能发电厂	已安装容量 (MWp)	最大值注入功率 (MW)	年均 production (GWh)	调试	日期
谢赫扎伊德太阳能发电厂 (努瓦克肖特)	15	11.5	18.3		2013
太阳能发电站 (努瓦克肖特)	50	42	72.9		2017
佐拉雷特太阳能发电厂	12	10.5	-		2024

注释：GWh=吉瓦小时；MWp=兆瓦峰值；MW=兆瓦。

风

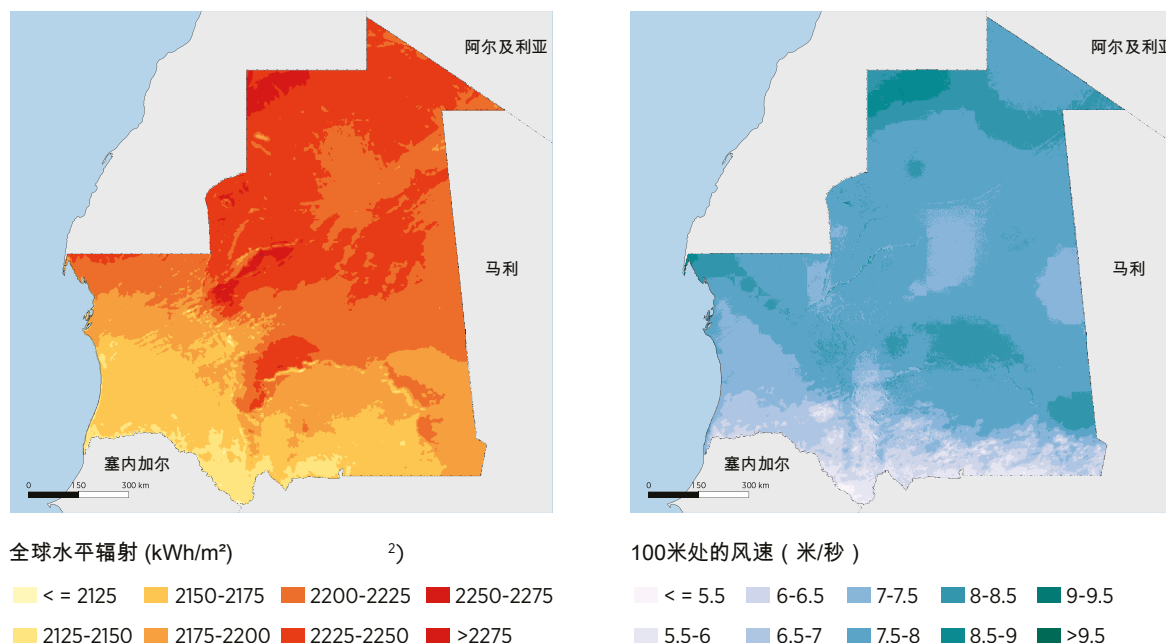
毛里塔尼亚的风资源特点是主导风向为东风、北风和东北风。总体而言，最强风出现在北部沿海地区（努阿迪布），远离海岸并向南方向则风力减弱。在北部最沿海地区，如努阿迪布，风速在8.3米每秒（ m/s ）至8.7 m/s 之间，甚至在9 m/s 以上。向南方向数值下降，但整个海岸线风速仍保持在7 m/s 以上。这表明沿海地区具有很高的技术风力潜力，估计为175 GW（世界银行，2020年）。目前有三家风力发电厂向互联电网输送电力。

表3 毛里塔尼亚已安装的风力发电厂

风力发电场	装机容量 (MWp)	年均生产 (GWh)	调试	日期
努瓦克肖特风电场	30	109.6		2015
布勒诺尔风电场	100	465.8		2023
诺迪布风场 (SNIM)	4	7		2023

注释：GWh=吉瓦时；MWp=兆瓦峰值。

图3 毛里塔尼亚的太阳能资源图（左）和风能资源图（右）



来源：(IRENA, 2025b)。注释：kWh/m² = 每平方米千瓦时；m/s = 每秒米。免责声明：此地图仅用于说明目的。地图上显示的边界和名称不表明IRENA对任何地区、国家、领土、城市或地区的地位，或其当局，或对其边界或边界的划定有任何意见表示。

在毛里塔尼亚，气候变化的影响在海洋保护区（如阿吉尼国家公园）的鱼类种群和营养级下降中显而易见。这种下降危及盈利能力和粮食安全，同时使渔民社区更加贫困。此外，海平面上升对毛里塔尼亚的海岸线构成重大风险，使大片土地和基础设施暴露于洪水和淤积之中。海岸侵蚀也在加剧，特别是在努瓦克肖特海岸，那里已经发生了明显的形态变化。

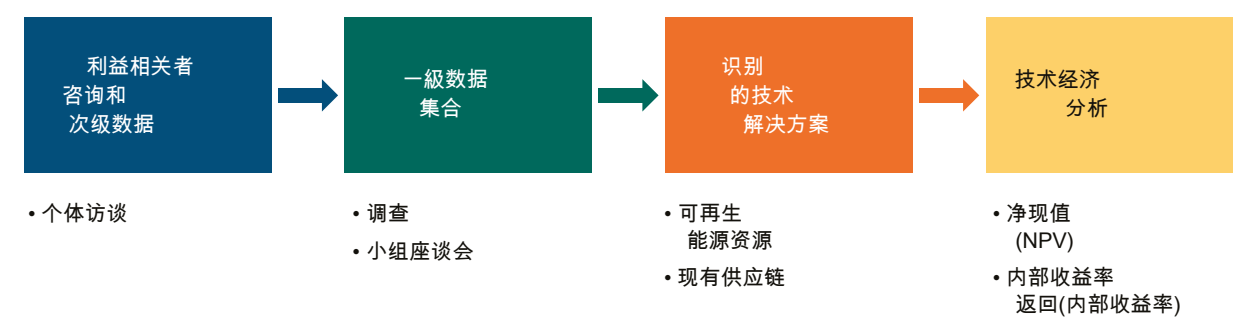
鉴于其易受气候变化影响，毛里塔尼亚致力于《联合国气候变化框架公约》（UNFCCC）21st《缔约方大会》（COP21）巴黎协定，旨在通过可再生能源解决方案减少温室气体排放。该国的更新国家自主贡献（NDC）目标是在2030年减少11%的排放量，并随着更多国际支持，该国可以实现碳中和，与常规情景相比，可达有条件的92%减排。毛里塔尼亚对可再生能源的承诺与全球趋势一致，使该国能够减少对化石燃料的依赖，并增强其对气候变化影响的抵抗力。

为了增强其气候适应能力，毛里塔尼亚在其国家适应计划（NAP）下扩大了其适应目标，涵盖生态系统保护、可持续农业和沿海管理。渔业部门的发展是毛里塔尼亚更新的国家自主贡献（NDC）中的一个关键优先事项，突出了其在加强粮食安全和缓解贫困（尤其是在农村社区）中的作用（毛里塔尼亚政府，2021年）。

2 方法论

本任务采用整体性、参与性和迭代的方法，以确保全面性和包容性的成果。其设计旨在整合不同观点，解决已识别需求并提出实际解决方案。任务分为四个关键步骤。首先，进行利益相关方咨询和二手数据收集，以建立对毛里塔尼亚渔业能源背景的基础理解。随后通过调查和焦点小组讨论进行一手数据收集，直接从小规模渔业利益相关方获取详细见解。在第三步，基于已识别的需求和机遇，提出技术解决方案，随后进行技术经济分析，以评估所提出解决方案的经济可行性（图4）。

图4 评估方法



2.1 利益相关者咨询和初步数据收集

国际Renewable能源署于2024年2月在毛里塔尼亚开展了全面考察，采用多方面的方法进行利益相关者参与和数据收集。该过程始于一系列个别访谈，涉及广泛利益相关者，包括MPIMP、MEP的代表、技术和金融伙伴、部门和机构、私营部门实体、社会职业组织、可再生能源供应商和本地金融机构。这些互动促成了收集与研究目标和大致范围相关的相关文件、信息和反馈。

在进行实地调查之前，制定了一套全面的调查方法。这包括定义调查区域、确定总体样本量以及设计问卷。然后按照此方法执行实地调查，在不同区域同时进行。调查得到了所有利益相关方的强有力合作，得益于社会专业组织的积极参与。总共对411名手工渔民进行了调查，分布在各个地区：172名在努阿迪布，96名在努瓦克肖特，51名在中央区，41名在阿格尼恩国家公园（PNBA），51名在南部区。这种抽样确保了所收集的数据在毛里塔尼亚渔业和能源部门具有代表性。

表4 按区域和价值链环节划分的样本调查分解

片段	诺audhibou	PNBA	中心	努瓦克肖特	南	总计
鱼类工厂	18	-	-	12	-	30
鱼贩	45	-	-	45	-	90
造船厂	6	-	-	7	-	13
冰厂	3	-	-	2	-	5
渔民	90	10	10	30	10	150
手工艺加工者	10	-	10	-	10	30
村长	-	1	1	-	1	3
家庭	-	30	30	-	30	90
总计	172	41	51	96	51	411

2.2 能源技术的经济分析

对于使小规模渔业价值链主要环节脱碳的提出的去中心化可再生能源解决方案选项的盈利能力，使用两个主要指标进行分析：净现值（NPV）² 和内部收益率（IRR）。³ 分析还考虑了避免的二氧化碳（CO₂）排放。为此，假设

² 在用所提出的DRE解决方案替代化石能源的情况下，目前各部分替代能源的成本将被节省，因此被视为“避免成本”。下表显示了该研究各部分的主要计算参数。

片段	总成本避免了	运营成本
植物/工厂 仓储仓库	总成本避免 = 总 年能源消耗 替代 x SOMELEC 价格	运营成本 = 运营成本 并维护太阳系， 约 20 美元/千瓦/年
冰厂 造船厂	总年度替代能源 消耗 = 总年度消耗 x 太阳能渗透率 x SOMELEC 费率 渗透率 = 年太阳 产生的能量（兆瓦时）x 100 / 总计 年消耗量（兆瓦时）/ 类型 SOMELEC费用 ¹ = SOMELEC 发票 值 ² /实际消费开票	
渔民（15马力发动机）	避免成本 = 汽油消耗 (L) 每次行程 x 数量 trips x 油费成本 / L	运营成本 = 电池年成本 充电 + 年度维护成本 年电池充电成本 = 充值次数 x 成本 的充电 维护成本 = 年度固定费率
鱼商（太阳能冷藏箱）	避免成本 = 总年度 用于保存的冰量 鱼（公斤）x 每公斤冰的价格	运营成本假设为 可忽略且仅限于 太阳能单元的维护。
社区太阳能冷库 在渔村	避免成本 = 总年度存储 千克容量 x 每千克存储成本 ⁴	运营成本 = 总成本 员工成本 + 成本 维护设备
社区太阳能冰厂 在渔村	避免成本 = 总年度数量 储存 ⁵ 在kg x 每kg存储成本	运营成本 = 总成本 员工 + 水的总成本 + 维护该单元的年度成本
净避免成本 = 总避免成本 - 营业成本		

注意：¹ 这个费率包括所有税费，包括固定保费。

² 该值使用汇率USD 1 = MRU 39.2（毛里塔尼亚乌吉亚）转换成美元。

³ 假设保存1公斤鱼肉需要0.29公斤冰（占活重的29%）。保存鱼的平均数量和冰的平均价格是根据实地调查计算的。

⁴ 该关税假定在毛里塔尼亚的类似村庄有效。

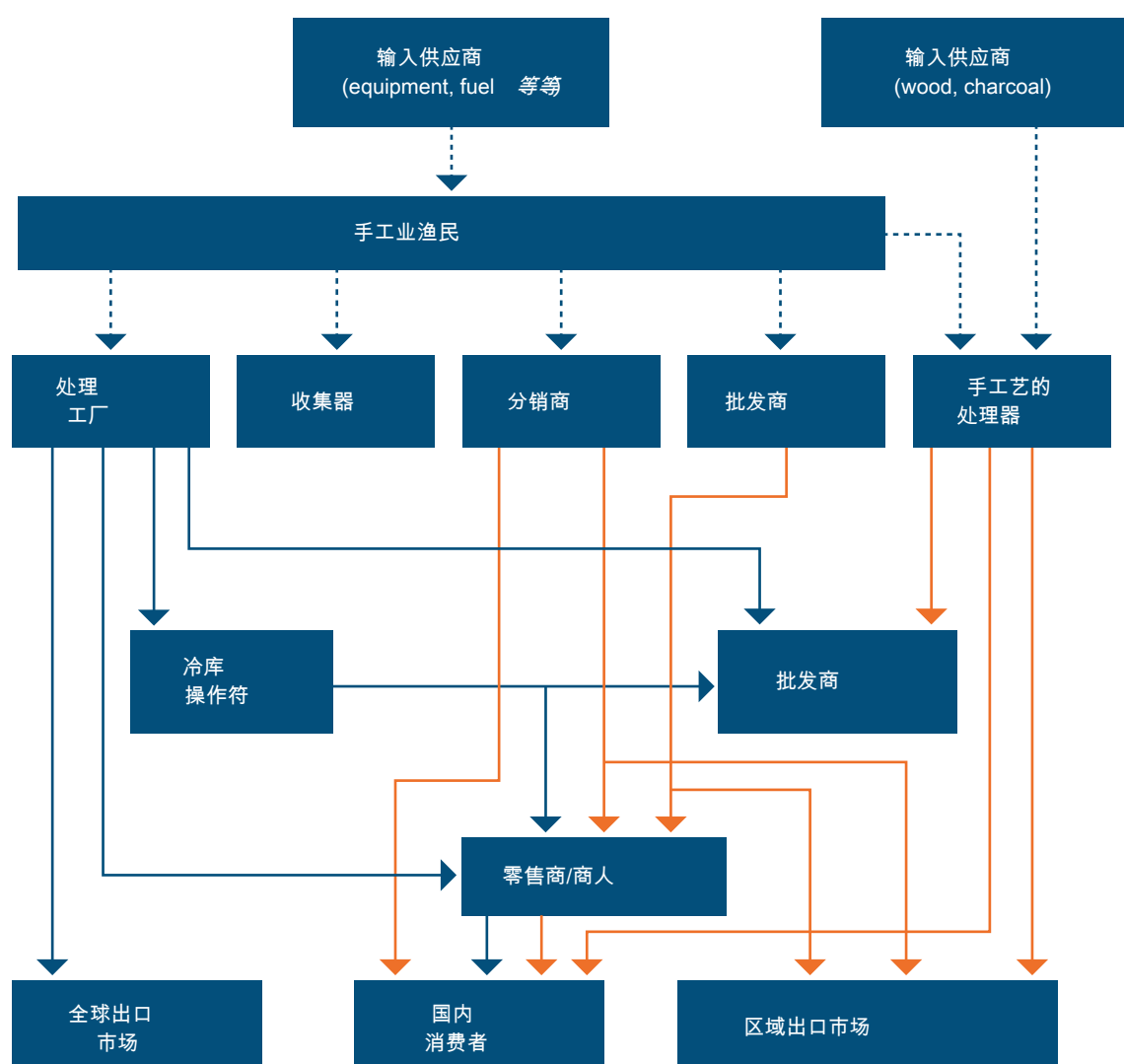
⁵ 平均储存量为700公斤/天，储存费用为MRU 2/公斤。另：公斤=千克；千瓦峰值=kWp；升=L；兆瓦时=MWh；美元= United States dollar。

² NPV是投资期内所有预期未来现金流（包括流入和流出）的现值。作为一项财务指标，NPV是一个有用的工具，通过评估启动项目的当前成本与投资预期产生的长期回报，用于评估投资。³ IRR是项目或投资预期的年化回报率，计算方法是将所有未来现金流的NPV折现至零的折现率。

毛里塔尼亚手工渔业价值链

渔捞业在毛里塔尼亚经济中扮演着至关重要的角色，对粮食安全、就业和出口收入贡献显著。价值链涵盖多种活动和参与者，从投入品供应商到最终消费者。关键阶段包括使用传统方法由小规模渔民进行的捕捞作业、产后处理和储存、加工（如干燥和熏制）以及各种营销渠道进行分销。投入品供应商提供船只、渔具和冰等基本材料，而加工商和商人则促进价值增值和市场准入。图5说明了毛里塔尼亚渔捞价值链中的关键参与者和阶段。

图5 毛里塔尼亚传统渔业价值链示意图



3.1 输入供应商：造船厂和冰厂

输入供应商在毛里塔尼亚的传统渔业部门发挥着关键作用，船舶制造厂（渔具）和制冰厂是小规模渔业上游活动的主要组成部分。在努阿迪布，这个主要的渔业枢纽，有一家正式的船舶制造厂，以及大约十个手工造船厂。毛里塔尼亚船厂专门建造塑料独木舟。相反，在努瓦克肖特，由于海况恶劣以及这些木质独木舟的稳定性、易于停泊和比昂贵的塑料独木舟更低的购置成本，人们更喜欢木质独木舟。这些木质船只由专业的木匠在海滩上建造，船主提供必要的材料。

冰厂是价值链的另一个主要投入。渔民使用冰来在船上保存他们的渔获直至上岸，批发商使用冰来从上岸到市场销售期间保持鱼的质量。认识到冰在保持鱼质量以及随之而来的其市场价格方面的重要性，毛里塔尼亚政府已在大西洋港口和努瓦库肖特的主要上岸中心投资建设了制冰设备。这些设备的目标是为小规模沿海渔业单位提供持续供应，同时帮助维持对渔民来说价格合理的冰价。目前，有20家冰厂在运营：努瓦库肖特有13家，努阿迪布有7家，其中14家为私人所有。这种冰厂的分布有助于满足这两个主要渔业中心对渔业的需求。

3.2 人工渔业生产及渔船队

2023年，总捕获量为845627吨，与2022年相比下降了15%（毛里塔尼亚政府，2024a）。捕捞量的总体趋势自2018年以来呈下降趋势，主要归因于近海捕捞量的下降，特别是在外国制度下。另一方面，小规模渔业生产保持相对稳定，2023年平均为339207吨，占毛里塔尼亚总捕获量的40%。

根据最新监测报告（IMROP, 2024a），手工和近海渔业船队共有8430艘单位，其中95%为手工单位（7970艘）。手工船队的空间分布主要集中在新迪布地区北部（57%）。其次是努瓦克肖特，占船队的19%，以及中心区，占17%。努瓦克肖特南部和阿尔吉伦国家公园合计仅占手工船队总量的7%。

在船艇类型方面，塑料独木舟占全部独木舟船队的67%，总计5631艘单位，其中98%用于小规模捕鱼。木质独木舟占船队的26%。其他船艇类型包括铝合金独木舟、帆船、独木舟和甲板独木舟，合计占船队的8%。

年	手工捕捞的 捕鱼船（皮罗格）	总捕获量 (t)	手工船 (%)
2015	357 351	837 666	43%
2016	485 717	1103 550	44%
2017	347 908	1191 450	29%
2018	270 706	1533 231	18%
2019	289 138	1356 802	21%
2020	316 347	1272 866	25%
2021	308 186	969 690	32%
2022	357 681	995 072	36%
2023	339 207	845 627	40%

来源：（毛里塔尼亚政府，2024a）。注意
：t = 吨。

在机动船的发动机排量方面，广泛用于北部区域的40马力发动机占船队48%（3541台）。其后是15马力发动机，占船队42%（3168台），主要用于努瓦克肖特、中部和南部区域。这三个区域主要使用15马力发动机是因为节省燃料的考虑，考虑到捕鱼区域较近以及所用独木舟的类型（主要是小型木制独木舟）。相反，北部区域40马力发动机的普及是由于船只尺寸较大（12米及以上）以及到捕鱼地点距离较远，航行时间通常在9至12小时之间。

3.3 存储和处理

总共有155家获批准的工厂沿着整个毛里塔尼亚海岸线运营。总冷藏能力约为4000吨/天，储存能力估计为74000吨。除了这些正在运行的工厂外，还有几个已停产的设施和大量新工厂的待批授权。鱼类加工行业还包括43家鱼粉和鱼油工厂。Nouadhibou的经济自由捕鱼区是大多数加工工厂所在地，拥有超过70%的总冷藏能力和约92%的储存能力。

鱼类加工基本上局限于整产品冷冻以及鱼粉和鱼油的生产。在较小程度上，一些设施从事去头、去内脏和取肉，这些通常与冷冻结合以抑制腐败。近年来，特别是针对小型中上层鱼类，出现了多样化加工方法的趋势，建立了三家罐头厂。

3.4 卖鱼商人和商人

该法令（第2009-172号）关于鱼贩职业的规定将鱼贩定义为“从事渔业和水产品养殖产品销售的自然人或法人，这些产品是通过从生产者处购买或使用其自有生产手段捕捞得来，并且在此之后已经满足了接收、保存这些产品并将它们运往销售、加工或出口的必要条件”（毛里塔尼亚政府，2009年）。这是一个仅限毛里塔尼亚人从事的职业。根据此定义，该法令第5条规定进一步将批发商分为三类主要类别：

1. 鱼贩（收购商）：这些是在上岸区运作的个人，他们从小渔民处少量购买鱼产品，并转售，未经加工或包装。他们需要拥有适合接收产品的场所和设备。

2. 批发分销商：指以包装和运输后转售为目的，批量购买水产品自然人或法人。

3. 出口批发商：指依照现行法律法规从事水产品出口的法律主体。

总共有2291名渔民，其中1263名在北部区域（诺迪布），802名在努瓦克肖特区域，39名在努瓦克肖特南部区域，55名在PNBA区域，79名在中央区域（IMROP, 2024b）。根据专业划分，有1557名批发收购商，563名批发分销商和171名批发出口商。

3.5 工坊鱼类加工

毛里塔尼亚的手工鱼类加工供应国内和区域市场，主要是加纳、马里和尼日利亚。这些传统加工方法采用腌制、干燥、发酵和烟熏等技术。手工加工者主要分布在努阿迪布、PNBA和努瓦克肖特以南地区，严重依赖木材和炭作为燃料。这些活动主要由来自邻国的外籍人士进行，包括加纳、尼日利亚、几内亚比绍、塞内加尔和马里，以及一小部分毛里塔尼亚人，主要是伊姆拉格恩妇女。传统的鱼类加工有三种主要方法：

1. 风干和盐渍产品：由鳗鱼、鲟鱼和鲨鱼制成，这些产品主要出口到加纳和尼日利亚市场。

2. 风干发酵鱼（当地称为guedj）：由鲛鱼和其他鱼类制成，该产品供应当地市场以及邻国市场，特别是塞内加尔和马里。

3. 提卡尔、勒克利亚和迪恩：这些产品由伊马拉根妇女用黄鱼的内脏和头制成，主要用于家庭消费和销售。勒克利亚是用提卡尔条去除后附着在骨骼框架上的薄肉条制成的。迪恩是鱼头和内脏经水煮沸后提取的油。

妇女在毛里塔尼亚的渔业主导部门发挥着重要作用，特别是在加工、分销和零售活动中。然而，她们参与该部门面临着一些挑战，如资源（资本和设备）获取有限，以及工作的严苛性——通常需要长途跋涉、深夜工作以及长时间缺席——是阻碍女性在渔业部门发挥更大作用的主要因素。

尽管存在这些挑战，该部门内的某些职业几乎完全由女性主导。小规模渔业加工和零售是女性建立了强大地位的典型领域：女性占鱼贩的76%，占全国手工渔业加工者的71%。这种性别分布突出了女性对毛里塔尼亚手工渔业价值链的重要贡献，特别是在捕捞后活动中。它也强调了有针对性的干预措施支持并提升女性参与的可能性，从而改善她们的生活并确保该部门更大程度的性别平等。



4 手工业捕鱼价值链中的能源需求

本章分析了毛里塔尼亚手工捕鱼价值链中的能源需求，重点关注大型和小型至中型消费者。所采用的方法考虑了生产、加工和分销的各个阶段，承认不同的工艺具有不同的能源强度。

该分析将消费者分为两大主要群体：

1. 大规模消费者：此类别包括鱼类加工厂、冰厂和造船厂。这些设施使用压缩机、蒸发器、隧道、风扇、锅炉、搅拌机、输送机和泵等高耗能设备。
2. 中小规模消费者：该群体包括渔民和鱼贩，其能源需求通常较低，但在整体价值链中仍具有重要意义。

该分析基于原始现场数据和对价值链每个环节的峰值需求，提供了年度电力需求的预测。

4.1 大规模消费者

手工捕鱼价值链中各环节的能源需求差异显著，其中鱼类加工厂是能源消耗最密集的环节。能源需求是根据实地调查数据、安装设备的数量和类型，以及对SOMELEC每月能源账单的分析估算的。

• 水产品加工厂：

这些设施是价值链中最耗能的环节。它们的能源消耗因工厂而异，取决于所使用的设备和运行时间。设备通常包括压缩机、蒸发器、隧道、风扇、锅炉、混肉机、输送机和泵。在本研究中，考虑了毛里塔尼亚的五种类型的渔业加工厂：冷冻/冷藏；鱼粉；面粉和鱼油；罐头/镀锡；以及仓储仓库。

• 制冰厂：

冰的生产对于从捕捞到销售的鱼类保鲜至关重要。在本研究中，冰厂按三个级别考虑：

1. 那些集成在鱼类加工厂内的，被认为是工厂整体能源需求的一部分。
2. 电气化城镇（努瓦克肖特和努阿迪布）的独立大型单元，每天生产超过10吨的冰
3. 渔村中的小型单位每天生产1-2吨，耗电量约为每天14千瓦时。

满负荷生产时，制冰的峰值能耗约为7千瓦（kW）/吨/天。制冰厂设备包括压缩机、蒸发器和泵。

• 造船厂：

造船厂是大型能耗单位中能耗最低的。它们主要使用如钻机、锯床、磨床、刨床和风扇等设备，功率通常为1-3 kW。它们的能耗相对较低，主要来自低功率单相电机工具和切割机。

基于对毛里塔尼亚30家鱼加工厂、13家造船厂和5家冰厂的调查，下表根据这些工厂所使用的设备和它们的能耗负载曲线，显示了每种类型设施的能源需求。这些设备包括压缩机、蒸发器、隧道、风扇、锅炉、拆解机、传送机和泵。旺季为5月至12月，淡季为1月至4月。全年工厂以满负荷平均运行十个月。

表7 毛里塔尼亚鱼类加工厂估算的能量需求

植物/工厂类型	已安装设备 容量 (kW)	估算总电量 消耗 (kWh/天)	消费 (MWh/月)	年均 消耗 (MWh)
冷冻/冷藏 ¹	647	4 577	91.99	919.94
鱼粉	355	2 394	48.13	481.27
面粉和油	328	2 557	51.40	513.98
罐装/镀锡	173	1 316	26.45	264.50
仓储仓库	210	1 150	23.11	231.13
冰厂	91	1 358	27.31	273.12
造船厂	27	566	11.38	113.77

注意：kW = 千瓦；kWh/天 = 千瓦时/天；MWh = 兆瓦时。
¹ 估计的月消耗量为91.99兆瓦时，与2023年11月记录的类似冷冻/冷藏厂的73.75兆瓦时和2024年4月的133.58兆瓦时相当。

渔民

毛里塔尼亚的渔民依赖各种耗能设备来支持他们的作业，包括马达、照明系统和电子设备。所使用的设备类型取决于船只的大小和捕鱼活动的性质。汽油舷外发动机是业余渔民最常用的发动机，主要为12米以下的皮划艇配备15马力发动机，为12米及以上的较大独木舟配备40马力发动机。

虽然15马力汽油发动机可以相对容易地转换为同等功率的电池驱动电动机，但功率更大的发动机（超过15马力）可能不适合进行这种改造，因为它们具有很高的动力需求。对于这些大型船舶，可以考虑替代方案，例如用绿色氢气替代传统燃料。

所有被调查的渔民都使用电池供电或可充电灯来照亮他们的独木舟并向其他船只发出信号以避免碰撞。照明装置通常包括一个100瓦（W）的聚光灯和四到五个每个功率为20W的灯。其他通常被职业渔民使用的电子设备包括GPS、手机和VHF无线电。

鱼商

大多数鱼贩不接入国家电网，而是依靠替代方法来保存他们的产品。他们通常使用木箱和冷藏箱中储存的冰块进行冷藏，包括旧或坏掉的冰箱。一些商人从邻居那里租用电源插座，例如商店或杂货店，以满足他们的能源需求。鱼贩的主要能源需求是产品保存，用电量取决于存储量。鱼贩使用的冷藏设备通常功率在1.5 kW到2.5 kW之间用于冰箱，以及10 kW到20 kW之间用于冷库。

手工鱼类加工者

在毛里塔尼亚，手工渔产品加工者目前不使用电器设备进行他们的活动。他们使用自己建造的木制晾晒架，利用太阳和风自然晾晒鱼肉。对于熏制，他们依赖用木材和木炭作为燃料的黏土炉。该领域的能源消耗可以根据每个加工者的平均处理鱼量进行估算，该量约为每周285公斤。为了使这个过程现代化，加工者可以使用额定功率为500瓦的太阳能电动炉和两个或三个用于晾晒的风扇，每个风扇功率为100瓦。

转向可持续的手工艺加工方法可以减少工作的体力需求，提高加工者的收入，增强产品保存，并通过减少木柴燃烧产生的烟雾吸入来改善健康。然而，由于小规模加工者的游牧性质及其分散的地点，在此阶段实施电气干燥设备可能并不实用。相反，未来可以探索集体解决方案，如现代太阳能干燥系统，作为发展集中式手工艺加工站点的一部分。

沿海的渔村和住户

毛里塔尼亚的海岸线分布着几个渔村，分为三个区域：九个位于阿格宁国家公园内（努阿姆哈格、坦纳卢、伊维克、阿尔克伊兹、泰肖特、蒂索特、R'盖伊巴、奥格jedj和阿加迪尔），四个位于中部区域（梅哈拉拉特、蒂维利特、勒姆西德和布拉沃赫），一个位于靠近努瓦克肖特的南部区域（勒格韦奇奇）。这些村庄具有共同特征，包括平均有100户家庭（约600名居民）、人口主要由渔民组成、教育程度低、基本服务有限且能源消耗最小。虽然一些村庄已通电，但另一些尚未通电（勒格韦奇奇、勒姆西德、努阿姆哈格）。

截至本次研究时间，这三个目标地点（Legweichich、Lemcid和Nouamghar）合计即总人口为2850人，分布在478户人家中，平均每户6人。除了后续段落中描述的个体家庭能源需求外，沿海渔村的重点社会基础设施包括饮用水供应；学校、卫生中心；商店；清真寺；以及社区中心。这些社会基础设施的预计总峰值电力需求为60 kWp，根据毛里塔尼亚类似通电农村村庄的设备使用时长和额定功率，日能源需求为80 kWh。

在未通村寨，住户主要使用蜡烛照明、电池供收音机和电视使用，并使用太阳能套件为手机充电。做饭主要使用煤气罐，通常从努瓦克肖特或努阿迪布等远郊购买。调查表明，家庭峰值电力需求约为2.8 kW⁴，覆盖基础电器，例如照明、电视和制冷。

解决沿海渔村能源需求需要采用适应当地条件的分布式可再生能源解决方案，例如太阳能微电网。优先领域包括将供水和制冰整合进村电网，作为基准负载，从而提高这些系统的财务可行性。

表8 渔村估算的能量需求

用户类别	按地点统计的总日消耗量（千瓦时）		
	Legweichich	Lemcid	努阿马哈
家庭	200	258	404
社会基础设施	80	80	80
高效用途	126	126	126
总计	406	464	610

注意：kWh = 千瓦时。

⁴ 包括手机充电器、收音机、音响系统、电视、风扇、冰箱、熨斗、炉灶和照明。

毛里塔尼亚传统渔业采用DREs的五个障碍

本章介绍了毛里塔尼亚手工渔业领域采用DRE解决方案的障碍以及利益相关者的认知，依据价值链各环节的调查结果。尽管该行业对毛里塔尼亚经济至关重要，但调查揭示，手工渔业面临着系统性的技术限制，如高燃料成本、能源供应不可靠以及缺乏足够的设施（用于鱼类加工和储存），同时大、中、小型消费者融资渠道受限。虽然利益相关者对可再生能源技术有认识，特别是太阳能和风能，但其采用仍受到高前期成本、缺乏定制化金融机制以及行动者操作和维护这些系统技术能力不足的阻碍。以下几节将详细阐述DRE解决方案在该渔业领域已识别的障碍和机遇。

5.1 技术限制

大型能源消费者（加工厂、仓储仓库和冰厂）面临重大挑战。据95%的受访者表示，主要挑战是成本高、供应有限和供应不可靠。受调查工厂报告称，电力成本因固定溢价（一项独立于实际消费的附加费）而增加，该溢价占月账单平均32%。鉴于其装机容量巨大，国家电网并不总能满足这些大用户的电力需求，迫使大多数用户配备自己的备用发电机。根据调查结果，平均每月电力成本在冰厂1481美元和加工厂（鱼粉厂）8500美元之间。这构成了巨大的成本 例如在这些设施的操作中，元素。对于中小型客户（渔民），主要约束是高燃料成本、不可靠的供应和有限的电力接入，据96%的受访者报告。15马力快艇每次出行的平均燃料成本为26美元（占总出行成本的34%）；而对于40马力渔船，该成本升至492美元（占总出行成本的40%），大型渔船则高达1931美元（占总出行成本的43%）。

5.2 渔业部门融资渠道

毛里塔尼亚渔业部门的融资面临重大挑战，阻碍了企业的发展，特别是在非正规的小规模渔业子部门。为解决这一问题，在技术和金融伙伴的支持下，毛里塔尼亚政府随着时间的推移实施了几项融资计划，这些计划取得了混合的结果。虽然银行参与为大宗消费者提供融资，但由于其风险偏好较低，银行为小规模渔业活动提供融资的情况极为罕见。在毛里塔尼亚小规模渔业价值链中调查的利益相关者强调了获取融资的巨大挑战，据90%的批发商、75%的渔民、66%的大宗消费者（加工厂）和57%的小规模加工商报告。获取融资的关键障碍为 例如根据受访者识别，金融问题包括高利率（84%的渔民报告了这一点）、严格的担保要求（47%的消费者报告了这一点）、当地定制金融服务有限（29%的受访者强调这一点）以及短期还款期。

资金来源因利益相关者群体而异，其中66%的渔民的主要资金提供者是鱼贩。一些鱼贩拥有渔船，并将其租赁给渔民。大规模消费者，如冰厂和造船厂，则更依赖银行，其中37%通过商业银行获得贷款。然而，小规模的手工加工者主要依靠家人和朋友作为其主要的资金来源。对于政府援助，几乎所有利益相关者都报告政府资金支持很少或没有，据99%的鱼贩、88%的大规模消费者、89%的小规模加工者和83%的渔民报告。在这些有限的援助中，主要是为手工加工者和渔民提供设备。只有16%的渔民报告获得了燃料补贴。

一些毛里塔尼亚的微型金融机构（MFIs）提供的资产融资正日益成为支持小规模渔民的重要工具。自1989年随着中小型企业信贷协会（Association pour le Crédit et la Petite et Moyenne Entreprise）的建立而出现毛里塔尼亚的微型金融行业以来，已经取得了显著进展。这包括1997年储蓄和信贷合作社（Caisses populaires d'épargne et de crédit [CAPEC]）网络的启动，以及颁布的规范储蓄和信贷合作社及相互社的第00/98号法律。

2003年，毛里塔尼亚政府采纳了《国家微型金融战略》（Strategie nationale de la microfinance），该战略于2007年通过第005/2007号法令实施，旨在将微型金融法规与银行和金融机构的监管分开，并结束有利于合作和互助结构的运营垄断。如今，微型金融领域包括中央银行批准的31家微型金融机构。具体而言，三个微型金融机构网络（PROCAPEC、Djike-Mutuelle储蓄与信贷合作社以及渔业互助社）据称直接参与了对手工渔业运营的融资。然而，它们的业务组合有限，难以满足日益增长的需求，特别是由于当前的微型金融机构法规将每项贷款限额定为12500美元。这个数额往往不足以满足典型地超过该门槛的投资项目。一些微型金融机构正在试验“团结担保”机制，在该机制中，合作组的股权被用来担保其成员的贷款。

自2023年起，一个新项目⁵由德国发展银行（KfW）资助设立了1,200万欧元循环基金，由毛里塔尼亚中央银行管理。该基金通过三家合作银行（毛里塔尼亚银行集团、Al Amana银行和毛里塔尼亚国家银行）运作，其发展目标是向渔船捕捞价值链上的企业提供可获得的信贷。该基金的主要特点包括6%的优惠利率和七年的偿还期，而当前市场利率在15-24%之间，偿还期限限制在3-24个月。该项目的成功实施对于解决本报告中强调的融资获取限制问题具有巨大潜力，特别是为渔船捕捞加工商、渔民和相关企业提供负担得起的中长期融资。

5.3利益相关者对采用DRE的认知和意愿

在受访对象中，84%的大型消费者、78%的渔民和46%的鱼商对可再生能源技术（特别是太阳能和风能）有认识。大多数利益相关者表示，如果这些技术更容易获得，他们愿意使用DRE解决方案开展活动，其中100%的大型消费者和手工艺加工者表示愿意采用DRE解决方案。类似地，89%的鱼商和70%的渔民表示有兴趣将DRE整合到他们的运营中。根据94%受访渔民的回答，DRE可用于为改装的皮划艇电池电机和附件供电，而4%的人建议其用于操作船上的冷藏设备。就预期效益而言，44%的渔民将运营成本节约视为采用DRE解决方案的主要优势。

对于那些表达了获取分布式可再生能源（DRE）解决方案意愿的小型和中型消费者，84%的意愿是使用自有资源加上优惠银行贷款来为这些投资融资。尽管有这种强烈的兴趣，但超过90%的手工业者利益相关者指出了需要解决的问题才能鼓励他们采用。已识别的障碍包括DRE技术在市场上的供应有限、初始投资成本高、融资选择缺乏、在可再生能源系统方面的技能和培训不足，以及与设备质量、维修和维护相关的问题。据报告称，在2000年颁布了关于可再生能源设备免税的法律，但其执行条例尚未应用。这些限制凸显了在毛里塔尼亚的手工业捕鱼部门推广DRE技术采用有针对性的干预措施的需求。

⁵ 1900万欧元援助资金由德国发展合作机构（BMZ）通过KfW提供，用于支持手工业渔业价值链的发展。渔业和海运基础设施及港口部长将与其他三家商业银行合作，为渔民提供利率低于市场水平的6%的信贷额度。信贷额度为1200万欧元（周转资金），能力建设部分为350万欧元。政府正在与KfW谈判，以获得额外的1500万欧元作为担保基金。

毛里塔尼亚传统渔业DRE解决方案分析

基于第四章和第五章分别呈现的能源需求评估和利益相关者视角，本章考察了DRE技术满足毛里塔尼亚手工渔业需求的可能性。分析从提出针对利益相关者表达需求和毛里塔尼亚可再生能源技术带来的独特机遇而量身定制的DRE解决方案开始。随后进行全面的技经评估，通过两个关键财务指标NPV和IRR评估这些提出的解决方案的可行性。重要的是，本章探讨了部署这些DRE解决方案的环境影响，量化了潜在的CO₂排放减少量和相关的货币节约。这种方法确保了与...

在拟议解决方案的经济性与其对毛里塔尼亚气候变化目标（如其在更新的国家自主贡献中所定义）的潜在贡献之间。

6.1 手工渔业部门DRE解决方案选项

为满足毛里塔尼亚传统渔业价值链各环节的能源需求，根据各消费类别规模和特性的不同，大规模消费者和小型及中型消费者可选用以下DRE技术方案。

- 大规模消费者：
 - 为加工厂和工厂的并网太阳能光伏
- 小型和中型消费者：
 - 太阳能充电电池系统为渔民的船用电机和配件供电
 - 为渔民设计的太阳能冷藏装置（冷冻机）
 - 为未通电的海岸渔业村提供太阳能光伏微电网，用于家庭消费、生产用途（制冰、冷库）和社会基础设施
 - 太阳能烘干，用于手工鱼加工。

并网太阳能光伏系统

该解决方案适用于手工捕鱼行业的大规模消费者。它涉及在工厂的场所或屋顶上安装太阳能电站，并与国家电网连接。这可以通过自产自消（产消者）显著降低工厂的电费，并通过减少

对国家电网的依赖，目前不可靠。实现此解决方案有两种可能的选项：

- 无储能并网系统：此选项产生太阳能并立即消耗，不存储多余能量。虽然这是一个简单且经济的解决方案，但由于太阳能生产的间歇性，它并不能完全满足电力需求。
- 并网储能系统：为解决太阳能发电的间歇性并利用高峰时段产生的多余能量，可向并网系统添加储能解决方案。虽然这种方案适合确保持续供电，但其成本更高，储能系统通常占整个安装成本的约60%。该解决方案可实现在能源独立和稳定电力供应，但必须仔细权衡较高的投资成本与长期效益。

所提出的单元是一个模块化50千瓦光伏系统，其总装机容量取决于相应的大规模消费者的能源需求（即 加工厂、冰厂等）。此类系统的成本包括太阳能阵列、逆变器、计量和保护系统，以及可选的蓄电池组（容量根据目标消耗确定）。

太阳能电池为改造船用电机和配件供电

莫桑比克94%的受访渔民因燃料成本高，表达了寻找燃油船替代品的需要。通过将汽油舷外机改造成由太阳能充电电池驱动的电动机，可以解决这个问题，同时使这一价值链环节脱碳。在邻国塞内加尔已经进行了类似的河运系统试点，显示出相当大的潜力。这些系统的充电基础设施可作为渔业社区微电网的潜在锚定负荷。电动机的选择取决于船的毛重等因素，⁶尺寸和所需速度。

在毛里塔尼亚的背景下，为改造后的电动船提供动力的潜在选择有三个：

- 可充电电池系统：这涉及在登机站安装船上电池。电池系统必须根据发动机的功率和运行需求进行选型，确保足够的容量以支持捕鱼过程中的推进和船上设备。该解决方案被认为特别适用于12 kW的小型电动机（相当于15马力汽油发动机）。
- 混合电池+氢燃料电池系统：这结合了电池和氢燃料电池，具有多种优势，如排放量大大降低、效率更高、噪音和振动减少、可扩展性以及延长渔捞续航里程。此选项更适合需要长距离持续动力的较大船只（40马力及以上）。
- 波浪能：这涉及利用波浪能从海浪中发电。毛里塔尼亚的地理位置为波浪能提供了巨大的潜力，每米波浪前沿的平均功率输出为25千瓦至45千瓦。虽然前景广阔，但由于技术成熟度有限，这一选项尚不能用于挖泥船的商业化使用。

最实用的解决方案涉及分阶段部署锂离子电池储能系统来为电动马达供电。例如，120 千瓦时的锂离子电池容量可以为一个12 千瓦的电动马达和车载设备供电。电池可以通过太阳能充电站重新充电，这些充电站将安装在电气化沿海渔村或努瓦克肖特和努阿迪布市镇。

在第二阶段，随着毛里塔尼亚加大努力成为西非绿色氢气生产枢纽，电池系统可以进行混合化或被氢燃料电池替代。这种分阶段方法与毛里塔尼亚的再生能源目标相一致，利用现有的电池技术，同时为未来的氢气整合做准备，以实现传统渔业脱碳。

为渔民设计的太阳能冷藏装置（冷冻机）

推荐使用两种太阳能冷藏系统，以满足鱼商在不同时期保存鱼类的需求，从而减少损失：

• 单个太阳能冰箱（20°C）：

为小规模鱼商设计的这些设备需要1千瓦光伏和14千瓦电池以确保一天的自给能力。它们适合储存150公斤至300公斤的鱼产品，可持续长达两天。太阳能冷藏箱的紧凑性和简易性使其适合分散式或离网式位置的鱼商。

• 模块式太阳能冷藏库：

这些是自成单元（10立方米[m]）³到25 m³ 专为存储容量为200 kg至800 kg的中大型商户定制。一个5 kWp的太阳能光伏系统可为冷库发电，同时为电池充电，确保自给自足。模块化设计允许可扩展性，适应不同的存储容量，并确保大渔获物能够长期保存。

⁶ 这包括船、设备、船员和物资的质量。

海岸渔村的太阳能微电网

在初级数据收集期间观察到，几个村庄，特别是那些位于阿尔及尔国家公园和各个渔民营地，没有接入电网电力，并且需要解决方案来满足他们的能源需求。对于这些社区，太阳能微电网是解决以下能源需求并为社会经济开发提供机会的可能选择：

- 家庭：为渔户提供照明、音视频设备和手机充电的电力
- productive用途：将独立的制冰厂作为主要锚定负载，提高微电网的财务可行性。所提出的单元是模块化5千瓦制冰厂，生产能力为每天1.5-2吨。
- 社会基础设施：为学校、卫生中心、商店、清真寺、社区中心、供水和街道照明等基本社区设施提供动力。这些社会基础设施的预计总峰值电力需求为60千瓦峰值功率(kWp)，日均能源需求为80千瓦时(kWh)。

太阳能干燥，用于手工艺鱼加工

为了改进传统上主要由女性工匠使用的鱼干制法，采用太阳能干燥器提供了一种可行的选择。这些干燥器通过提供更高效、卫生和可靠的鱼产品保存方式，显著改进了传统技术。与将鱼暴露在露天阳光下进行干燥（这一过程易受天气、昆虫和污染影响）的传统方法不同，现代太阳能干燥器结合了设计元素，使干燥过程更高效。

6.2 所提出的DRE解决方案的技术经济分析

本节分析了为小型渔业价值链主要运营环节脱碳而提出的分布式可再生能源解决方案的可行性。主要指标为净现值和内部收益率。假设在用拟定的DRE解决方案替代化石能源的情况下，各环节当前的替代能源成本将被节省，因此被视为与设备脱碳相关的避免成本。

并网光伏系统对大型用户的可行性分析

大型消费者类别包括工厂（冷冻/冷藏、鱼粉和油、预包装食品、罐头食品）、仓储仓库、私营冰厂和造船厂。下表总结了针对各种大型消费者类别的建议解决方案的技术参数和投资成本，以及部署太阳能光伏系统所提供的相应替代率。根据毛里塔尼亚近年来的项目，1 kWp 太阳能光伏系统的平均年发电量在考虑系统和积灰损失的情况下，范围为 1680 kWh/年到 1750 kWh/年。全球光伏年发电量的平均积灰损失范围为 3-5%，但在毛里塔尼亚等干旱地区，损失率最高可达 20%（IEA, 2022）。就当前分析而言，年发电量曲线的较低范围（1680 kWh/年）^即被使用。

类型	设计容量 (kWp)	年能源生成 (MWh)	当前平均年消耗 (MWh)	太阳能渗透率 (substitution)	投资成本	资本 (美元)
冷冻/冷藏	250	420	920	46%		500 000
鱼粉	200	336	481	70%		400 000
面粉和油	150	252	514	49%		300 000
罐装/镀锡	100	168	265	64%		200 000
仓储仓库	100	168	231	73%		200 000
冰厂	50	84	273	31%		100 000
造船厂	50	84	114	74%		100 000

备注：kWp = 千瓦峰值；MWh = 兆瓦小时；USD = 美元。

投资成本

为计算投资成本，根据当地太阳能安装商的报价，无存储的太阳能单元的资本支出（CAPEX）为2000美元/千瓦瓦（kWp），而有存储的单元则为3000美元/千瓦瓦（kWp）。重要的是要指出，虽然2023年（IRENA，2024年）大型太阳能项目的全球加权平均CAPEX为758美元/千瓦瓦，但新兴市场的实际安装成本通常由于规模经济、财务条款和当地市场条件而普遍更高。电池通常会使太阳能光伏安装总成本增加30-60%。鉴于成本差异，分析中选择的方案是无存储的太阳能光伏单元，估计的运营支出为每年20美元/千瓦瓦（kWp）。设备的寿命估计为20年。上述表格9显示了各种大规模消费者的投资成本。

光伏系统部署带来的估算成本节约

如表10所示，节省计算基于假设，将由太阳能替代的当前能源消费相关费用代表消费者避免的毛成本，从中扣除运营成本以获得净节省。

表10 大型消费者预计从所提出的解决方案中每年节省的估计值

类型	消耗 被替换为 太阳能 (MWh)	SOMELEC 关税 (美元/千瓦时)	格罗斯避免了 成本 (美元)	年度运维 成本 (美元)	网络规避 成本 (美元)
冷冻/冷藏	420	0.17	71400	5000	66400
鱼粉	336	0.17	57120	4000	53120
面粉和油	252	0.17	42840	3000	39840
罐装/镀锡	168	0.17	28560	2000	26560
仓储仓库	168	0.17	28560	2000	26560
冰厂	84	0.17	14280	1000	13280
造船厂	84	0.17	14280	1000	13280

备注：千瓦时= kilowatt hour；兆瓦时= megawatt hour；运维= operation and maintenance；美元= United States dollar。

对拟为大型消费者提供的太阳能光伏解决方案的可行性分析

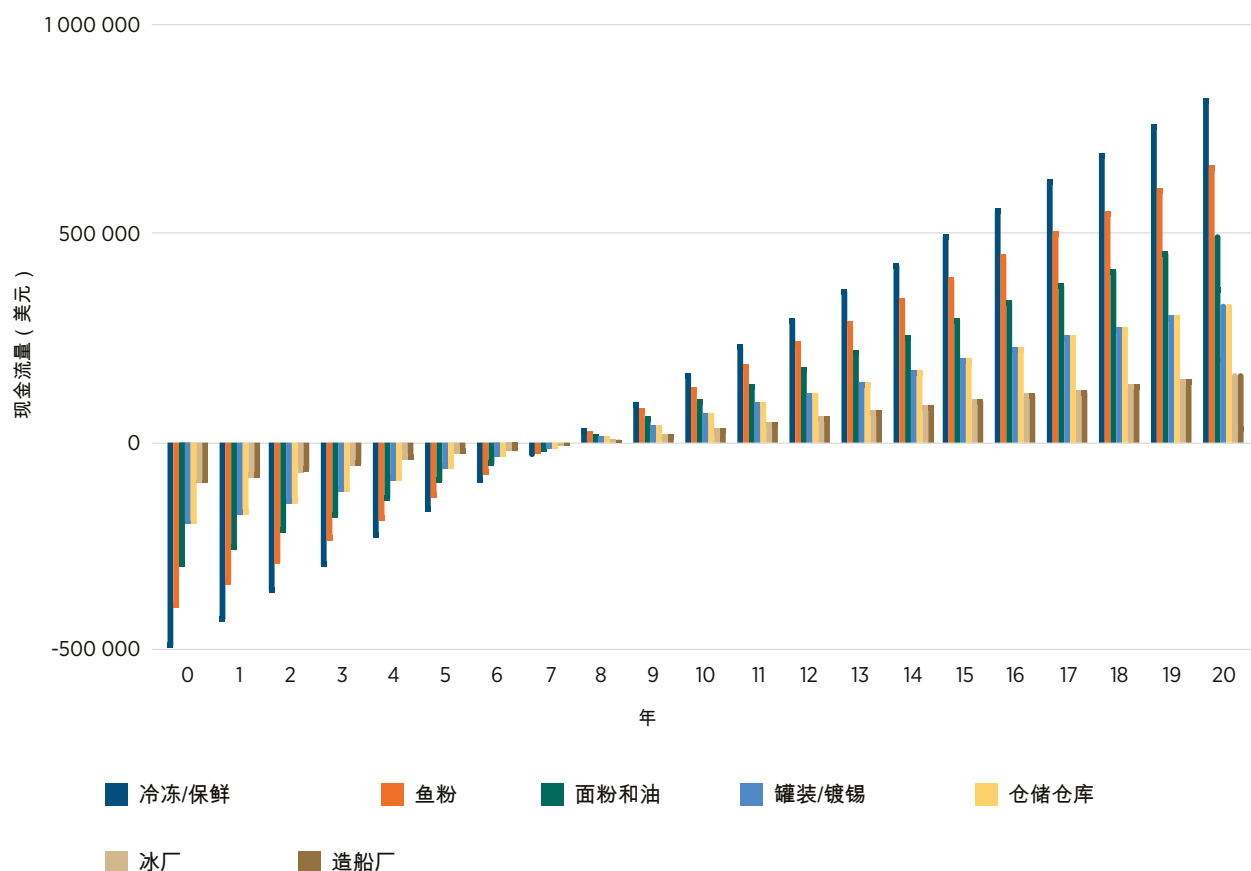
净现值是项目生命周期（20年）内折现的净避免成本之和减去初始投资。根据毛里塔尼亚中央银行的数据（毛里塔尼亚中央银行，2024年），使用了7.7%的利率。该分析显示所有消费者类别均具有正的净现值，表明所提出的太阳能光伏投资具有可行性（表11）。类似地，内部收益率（IRR）为12%，高于毛里塔尼亚现行利率（7.7%）。图7展示了每个消费者类别的折现现金流，显示了所提出的太阳能光伏系统八年的盈亏平衡期。

表11 大型消费者可行性指标

类型	净现值（美元）
冷冻/冷藏	166 740.17
鱼粉	133 392.13
面粉和油	100 044.10
罐装/镀锡	66 696.07
仓储仓库	66 696.07
冰厂	33 348.03
造船厂	33 348.03

备注：所有消费者类别的IRR为12%；NPV=净现值。

图6 每类大消费者太阳能光伏投资折现现金流



所提出的场景是基于将15马力汽油发动机更换为同等功率（12千瓦）的电动机，该电动机由锂离子电池供电。总投资成本估计为30,000美元，其中超过90%用于存储电池，回收期为十年。

预期避风成本的计算基于替代电动马达的假设，即使用电动马达可以节省燃油成本。根据受访渔民的反馈，15马力马达的燃油消耗为每次行程30升。将此数量乘以每升价格（1.44美元）和行程次数（246），即可得出每年的总燃油成本（11000美元），其中包括380美元的年维护成本。^[7]

运营成本与电池充电以及引擎和电池维护相关。电池充电成本基于每千瓦时（USD 0.17/kWh）的SOMELEC费率+6%的利润乘以数量。^[7] kW以及充电次数。假设电池将在每次旅行中充电，每年246次。^[7]

每次充电的成本为21美元。这低于当前的每次燃油成本，其中有补贴时的成本为25.7美元，无补贴时的成本为42.3美元，若采用补贴价格，则渔民每次可获益4.55美元；若采用加油站的petrol价格（无补贴），则渔民每次获益为21美元。

就维护而言，与化石燃料电机相比，电机的维护成本通常较低。平均每年为200美元。电机的年总运营费用为5517美元。预计净节省为5484美元，总燃料成本减去重新充电电池的成本和成本^[7]维护。

分析显示，净现值为9727.81美元，内部收益率为14%，表明所提议的投资具有高度令人满意的可行性。

表12 电动机可行性指标

金融参数	值
净现值	USD 9727.81 > 0
内部收益率	14% > 当前利率

注意：IRR=内部收益率；NPV=净现值。

单体太阳能冰箱的可行性分析

所提出的方案是基于一个由1千瓦光伏系统供电的冷冻机，该系统每年产生2兆瓦时。该设备的尺寸是根据储存的鱼类数量和电力需求来确定的。根据调查数据，估计该消费类别的年总能源消耗为1.5兆瓦时。为了计算投资需求，采用了带储能的光伏系统的CAPEX成本，为每千瓦光伏3000美元。因此，包括冷冻机和光伏系统在内的总投资成本，在十年使用寿命下，估计为3000美元。

“避免成本”的计算假设使用太阳能冰箱将使鱼类加工商能够节省购买用于保存鱼类的冰的费用。根据调查数据，冰的数量是根据每天处理的鱼类数量估计的，估计为每处理100千克的鱼需要29千克的冰。运营成本仅限于维持太阳能制冷单元的成本，估计为127.55美元。预期的净避免成本表示节省的购买冰的费用（635.10美元）减去维护成本，估计为507美元。根据上述数据，预计投资期内净现值为452美元，内部收益率为11%，表明所提出的解决方案是可行的。

社区太阳能冷库的可行性分析

所提出的方案基于一台存储能力为800公斤/天的制冷设备，该设备由一台5千瓦光伏组件供电。该设备的尺寸基于村庄对保鲜产品的需求（肉类、蔬菜等），每个家庭每天高达2公斤。投资成本包括制冷设备 等等（美元8000）和太阳能单元（美元15000），总投资成本为美元23000。太阳能单元的成本是通过将装机容量乘以带储能/kWp的CAPEX价格来估算的。

总避免成本估算基于80%产能利用率的假设，每天储存600公斤 即 并且一个普遍的存储费率为每公斤0.05美元，这相当于每年冰的成本为11174美元。运营费用是员工成本和设备维护成本，估计每年为6622.45美元。预期的净避免成本估计为每年4551美元。

根据上述数据，预计净现值为7955美元，内部收益率为15%。这些指标表明，所提议的太阳能冷藏室具有良好的可行性。

太阳能冰厂可行性分析

所提出的方案基于一个日产2吨冰的小型装置，该装置由一个5千瓦光伏制冷单元提供动力。投资成本包括工厂成本（30000美元）和光伏单元成本（15000美元），总计45000美元。太阳能单元的成本是通过将装机容量乘以CAPEX价格（带储能/千瓦光伏）估算的。

总避免成本估算基于80%的产能利用率，1600公斤的冰块 即 每天，售价为0.5美元/公斤。运营成本包括员工成本、水费和设备维护成本。水费基于每天需要2.3吨水来生产1.6吨冰，价格为1.25美元/吨计算。维护成本按每年固定费率1000美元计算。预计净节约估计为每年12386美元。根据以上数据，NPV估计为39246美元，IRR为24%。

6.3 避免的二氧化碳排放

2 本节估计了渔业价值各消费者类别避免的CO₂排放总量

2 被研究覆盖的链。研究假设电力生产的碳强度为380克 (g) /千瓦时和1升汽油为2.3千克。在此基础上，估计避免的CO₂总量为96196.86吨/年 (表13)。

2 与此同时，燃气联合循环电站每千瓦时排放490克的二氧化碳当量 (CO₂ eq) ，并且是大型
2 太阳能光伏系统排放48克二氧化碳当量/千瓦时，显示了太阳能如何减少温室气体排放。

2 表13 部署建议的DRE解决方案所避免的CO₂排放估算

消费类别	类型	CO ₂ 的数量 避免 (元/单位)	总数 毛里塔尼亚的单位	总量 CO ₂ 避免 (t)
工厂	冷冻/冷藏	120.96	88	10 644.48
	鱼粉	107.47	1	107.47
	面粉和油	74.17	41	3 041.09
	罐装/镀锡	52.73	1	52.73
	仓储仓库	54.13	10	541.33
	冰厂	20.45	20	408.98
	造船厂	27.14	1	27.14
渔民	15马力发动机	25.19	3 168	79 786.10
鱼贩	冰箱	0.68	2 291	1 567.04
捕鱼村	冷库	3.42	3	10.26
	冰厂	3.42	3	10.26
总计				96 196.86

2 注释：CO₂=二氧化碳；t=吨。

手工业捕鱼部门 (特别是15马力发动机船只) 代表毛里塔尼亚渔业价值链中最大的二氧化碳减排机会，占通过转向替代方案 (改装电池驱动发动机) 可避免的二氧化碳总排放量的80%以上。试点 例如
该项目领域的项目、意识提升、投资和政策支持可以为毛里塔尼亚 (与其国家自主贡献目标一致) 提供显著的气候效益，同时支持该部门可持续生计。

下表14展示了为提高毛里塔尼亚渔具价值链的生产力和发展而采用的各类太阳能技术解决方案的投资需求。所提议的干预措施涵盖从用于渔具加工厂的大规模并网式太阳能光伏系统到渔贩使用的单个太阳能冷藏箱以及为渔具船提供的电池驱动电机。

根据评估，总投资需求为1.6312亿美元。其中，超过58%的投资用于为手工业渔船 (15马力发动机) 配备电动马达进行改造，突显了对手工业渔业脱碳的重视，并可能降低燃料成本和温室气体排放。为部署单个太阳能冷藏箱，需要678万美元，以使收集者和分销商受益，他们受缺乏充足的储存设施导致经济损失的影响最大。目标冷冻、冷藏和制冰厂的太阳能光伏发电冷藏库需要4820万美元，强调了可靠电力在保持鱼类品质和减少捕捞后损失方面的关键需求。

表14 采掘业价值链中拟议DREs的总资本投资需求

技术解决方案提出	目标值 链上参与者	单位成本 (美元)	总数 的单位	总投资 需求(美元)
并网太阳能光伏 系统 (容量范围在) 从 50 kWp 到 200 kWp) 不含电池储能)	鱼类加工 工厂 (面粉) 和油, 罐头 镀锡 等等	100 000 – 400 000	44	13 000 000
太阳能光伏制冷 存储 (容量范围在) 从 5 kWp 到 250 kWp)	储物冷库, 冻结, 冰冻, 冰淇淋厂	100 000 – 500 000	124	48 204 000
个人太阳能 冷冻箱 (1 kWp)	鱼贩 (收藏家和 经销商)	3 000	2291	6 783 000
改装渔船 15马力舷外发动机 电池驱动电机	手工渔民	30 000	3168	95 040 000
总计				163 117 000

注释：hp=马力；kWp=千瓦峰值；PV=光伏；USD=美元。

该分析优先考虑了渔厂的规模化太阳能化以及在整个小规模渔业价值链中采用分布式太阳能解决方案。这种方法承诺带来显著的环境效益（如前一节所述），但也将为广泛利益相关者的生计提供支持，包括渔民、加工厂、鱼贩和批发商。

7 结论与建议

毛里塔尼亚的渔业部门，特别是小规模捕鱼，是国家经济的支柱，对创造就业、粮食安全和宏观经济指标有显著贡献。然而，高昂的能源成本（高达运营成本的40%）和不稳定的能源供应在整个价值链中构成了重大挑战。这些成本因固定电网电费的溢价而加剧，该溢价与实际消耗量无关，常常迫使大消费者依赖昂贵的备用发电机。研究发现，向DRE（分布式可再生能源）解决方案转型，为小规模捕鱼价值链供电，具有相关性和可行性。利益相关者（渔民）普遍认识到可再生能源，特别是太阳能和风能，并表达出强烈采用这些技术的意愿，以降低运营成本和提高盈利能力。采用的主要障碍包括市场供应有限、高昂的初始投资成本、融资渠道缺乏以及服务维护技能不足。

基于对渔捞价值链内能源需求的分析，本研究提出了定制化的DRE解决方案，包括为大型消费者提供并网式光伏系统、为渔船提供电动化方案、为渔村提供太阳能冷藏和制冰系统，以及为手工业鱼类加工者提供太阳能干燥机。这些解决方案是模块化的，可根据电力需求和负载需求实现可扩展性。

技术和经济分析表明，拟议的DRE解决方案具有很高的投资回报率，所有细分市场均呈现正的NPV，内部收益率从大型消费者的12%到社区太阳能冰厂的24%。此外，这些解决方案的实施将导致CO₂排放量大幅减少，

² 估计为每年96196.86吨。在毛里塔尼亚的渔业价值链中，小规模渔船（尤其是15马力发动机）代表了减少CO₂排放的最大机遇。试点替代电动解决方案（改装电池驱动发动机）、提高意识、投资和政策支持在该领域 例如 可以为毛里塔尼亚提供显著的气候效益（与其国家自主贡献目标一致），同时支持该部门可持续生计。

这些去中心化可再生能源解决方案的成功实施需要政府与技术及金融合作伙伴共同协作，提高国家利益相关者对这些技术经济、社会和环境效益的认识，并促进当地创业生态系统的发展。

建议：

为解决已识别的障碍并释放DRE（可再生能源）的潜力以改造毛里塔尼亚的渔业部门，建议采取以下关键行动：

✓ 制定针对生产用途的分布式可再生能源国家战略

制定一个全面的DRE国家战略，该战略应超越渔业部门，涵盖农业、畜牧业、贸易和小型工业。制定该战略时应密切与所有相关部门、私营部门和技术与金融伙伴磋商。优先考虑重点建设渔业价值链中妇女、青年和小型生产者能力的项目和计划。

✓ 提高对DRE利益相关者的意识和提供支持

开展有针对性的宣传运动，向小规模渔业价值链中的利益相关者普及可再生能源的好处。这些宣传活动应：

- 向公众普及可再生能源的好处，强调节能、减少温室气体排放和经济机遇
- 组织渔村的社区活动和推广，利用当地利益相关者提高对可再生能源举措的认识
- 支持小规模生产者（手工业渔民、小规模鱼贩）采用合作 等等 模型（合作社、团结小组）以促进对可再生能源解决方案的集体投资、增强财务可行性并通过团结担保鼓励社区拥有。

✓ 实施优惠政策

取消所有太阳能设备、材料和维修投入的进口关税，以提高市场供应能力并降低前期投资成本。

✓ 建立可再生能源技术的国家控制和认证制度

针对当前该领域缺乏国家标准的现状，制定并实施针对DRE设备和安装的国家认证体系，以打击假冒伪劣并确保质量，同时应建立一套对供应、安装和维护DRE系统的运营商进行监管的机制。

✓ 加强DRE技术的能力建设

建立一套全面的培训计划，以支持毛里塔尼亚可再生能源的发展，特别是渔业部门的发展。该计划应包括：

- 在 artisanal fishing 价值链中可再生能源的各种应用的培训
- 可再生能源发电系统的维护和维修培训
- 可再生能源项目开发与融资研讨会
- 培训以评估可再生能源和能源效率项目的关键参数，例如生产、成本和盈利能力
- 为利益相关者配备必要的知识工具，以采用可再生能源解决方案，并在其活动中提高能源效率。

✓ 鼓励私营部门对可再生能源领域的投资

为私营部门参与可再生能源部门提供具体激励，与2023年国家工业化战略相一致。这些激励应包括：

- 实施基于激励的税制
- 引入专门的融资机制，包括为小生产者的需求量身定制的微型金融解决方案
- 提高对小额信贷机构的融资门槛，以充分满足小规模渔业价值链中利益相关者的投资需求
- 修订电力法实施条例，以允许大型消费者（如渔厂）增加自发电。

参考文献

- AfDB (2020), 非洲发展银行, www.afdb.org/sites/default/files/2024/08/23/沙漠至电力_dtp毛里塔尼亚路线图_en_2020年10月.pdf
- ANSADE (2024a), 国家统计局, 人口 社会人口统计年鉴: 2024年版本
经济分析 <https://ansade.mr/fr/annuaire-des-statistiques-sociodemographiques-2024>
- ANSADE (2024b), 国家统计局, 人口 2023年经济统计年鉴
经济分析 <https://ansade.mr/fr/annuaire-des-statistiques-economiques-2023>
- 毛里塔尼亚中央银行 (2024), https://api-web.bcm.mr/uploads/Rapport_annuel_de_l_exercice_2023_v_FR_c51cf3f306.pdf 2023年年度报告
- FAO (2024), 联合国粮农组织 渔业和水产养殖统计——2021年年鉴
国家, 罗马, <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/cc9523en>
- 毛里塔尼亚政府 (2009年), “关于毛里塔尼亚鱼贩职业的法令” www.peches.gov.mr/IMG/pdf/decret_n_2009-172_modif_decret_exercice_poff_marey.pdf
- 毛里塔尼亚政府 (2017年), “加速增长与共享繁荣国家战略2016-2030” <https://finances.gov.mr/fr/node/55>
- 毛里塔尼亚政府 (2021年), “国家确定贡献更新 (CDN) 2021-2030” https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-06/CDN-actualis%C3%A9%202021_%20Mauritania.pdf
- 毛里塔尼亚政府 (2022年), “渔业和海洋经济政策与规划2022-2024”, www.peches.gov.mr/IMG/pdf/version_finale_de_la_l2p_adoptee_en_cm_en_juillet_2022_fr_-_final.pdf
- 毛里塔尼亚政府 (2024a), 《毛里塔尼亚2023年渔业统计年鉴》 www.peches.gov.mr/IMG/pdf/Fr%20%202023%20VF2.pdf
- 毛里塔尼亚政府 (2024b), “伊斯兰共和国毛里塔尼亚国家能源契约” <https://mission300africa.org/energysummit/wp-content/uploads/2025/01/Mauritanie-National-Energy-Compact.pdf>
- 毛里塔尼亚政府 (2024c), “第2024-012号法令, 关于毛里塔尼亚电力公司 (SOMELEC) 的重组” <https://somelec.mr/sites/default/files/D%C3%A9cret%20restructuration%20SOMELEC%201.pdf>
- IEA (2022), <https://iea-pvps.org/wp-content/uploads/2023/01/IEA-PVPS-T13-21-2022-REPORT-Soiling-Losses-PV-Plants.pdf> 沾染损失——对光伏电站性能的影响
- IEA (2023), <https://iea.blob.core.windows.net/assets/64c7f915-a7a2-4ede-a971-89e1203c3bf6/毛里塔尼亚的可再生能源机遇.pdf> 毛里塔尼亚的可再生能源机遇
- IEA, 等 (2024), 国际能源署, 国际 追踪可持续发展目标7: 能源进展报告2024
可再生能源署, 联合国统计司, 世界银行和世界卫生组织, 日内瓦, www.irena.org/Publications/2023/Jun/Tracking-SDG7-2023
- IMROP (2024a), www.imrop.mr/wp-content/uploads/2024/12/Rapport_Enquete_cadre_decembre2023.pdf 框架调查报告2023
- IMROP (2024b), 毛里塔尼亚海洋与渔业研究所第十工作组报告
, www.imrop.mr/wp-content/uploads/2024/12/GT-2023_IMROP-VF.pdf (IMROP)
- IRENA (2015), 国际可再生能源署, 阿布扎比, 可再生能源准备情况评估: 毛里塔尼亚
www.irena.org/publications/2015/Sep/可再生能源准备情况评估-毛里塔尼亚
- 国际可再生能源署 (IRENA) (2024), 国际可再生能源署, 阿布扎比, 2023年可再生能源发电成本
www.irena.org/Publications/2024/Sep/2023年可再生能源发电成本
- IRENA (2025a), 国际可再生能源署, 阿布扎比, 2025年可再生能源装机容量统计数据
www.irena.org/Publications/2025/Mar/可再生能源装机容量统计-2025
- IRENA (2025b), “全球可再生能源地图集”, <https://globalatlas.irena.org/workspace>

Puri, M, 等 (2023), 《小型渔业与能源的关联: 可再生能源干预的机遇》
联合国粮食及农业组织 www.fao.org/documents/card/zh/c/cc4903zh
世界银行 (2020年), 《毛里塔尼亚近海风能的技术潜力》 <https://documents1.worldbank.org/curated/en/133091586840671666/pdf/Technical-Potential-for-Offshore-Wind-in-Mauritania-Map.pdf>
世界银行 (2024a), “毛里塔尼亚人口”, <https://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.TOTL?locations=MR>
世界银行 (2024b), “[https://](https://documents1.worldbank.org/curated/en/099031725160533553/pdf/BOSIB-7a77b050-6b4f-4ca4-9464-96f755f7f305.pdf)毛里塔尼亚伊斯兰共和国与世界银行-国际货币基金组织联合债务可持续性分析
documents1.worldbank.org/curated/en/099031725160533553/pdf/BOSIB-7a77b050-6b4f-4ca4-9464-96f755f7f305.pdf
世界银行 (2024c), “获得电力 (%的人口) -毛里塔尼亚” https://data.worldbank.org/indicator/EG.ELC.ACCS.ZS?locations=MR&utm_medium=email&utm_source=govdelivery
世界银行 (2024d), “摩洛哥伊斯兰共和国国家能源协议”, <https://thedocs.worldbank.org/en/doc/bf4b3195c7438ae5e9c1c299cd263a66-0010012025/original/M300-AES-Compact-Mauritanie.pdf>
世界银行(2025), “毛里塔尼亚宏观贫困展望” <https://thedocs.worldbank.org/en/doc/bae48ff2fefc5a869546775b3f010735-0500062021/related/mpo-mrt.pdf>

