

执行摘要



ELLEN MACARTHUR
FOUNDATION
艾伦·麦克阿瑟基金会

循环领跑未来

释放动力电池与
关键矿产
循环经济价值

全球电动汽车产业呈现高速规模化发展态势。受此影响，电动汽车电池（以下简称“动力电池”）及关键矿产作为支撑这一进程的重要要素，其需求正在同步攀升。**清洁能源转型与全球电气化进程正重构汽车产业价值链从“以燃料为核心”向“以材料为核心”转移。**这一结构性转型在开辟重大商业机遇的同时，也使汽车产业及相关经济体更直接地暴露于价格波动、供应瓶颈，以及不断加剧的环境与社会风险之中。

本报告由艾伦·麦克阿瑟基金会研究撰写，旨在阐述如何通过兼具实操性、结构性与系统性视角的循环经济策略重塑动力电池经济体系，在释放经济价值的同时增强系统韧性。报告提出了一套系统层面的愿景框架。在此框架下，电池能够最大限度地提供出行与能源服务价值，通过维护、维修、翻新和再制造等方式保持高价值使用，并在其生命周期末端实现高质量回收，使关键矿产资源不再成为废弃物。

本报告进一步将这一愿景转化为五大相互强化的循环闭环以及实现闭环的三个循环层级。其中，五个循环闭环包括：充分使用、寿命延长、再利用、高质量回收，以及支撑上述环节的信息交换与治理；三个循环层级包括：产品与零部件设计层级、商业模式层级，以及涵盖基础设施、金融与政策环境等关键条件的系统支撑层级。该愿景框架主要源自艾伦·麦克阿瑟基金会过去15年在公共和私营部门及各行业领域积累的循环经济研究、倡导与合作经验。

本报告以动力电池全价值链中的实践案例与亮点为基础，并结合基金会与价值链各方及行业领导者的深入交流提炼出的观察与洞见，向整车制造商与电池制造商、回收企业与物流服务商、能源与出行领域企业、政策制定者及投资机构等电池产业的参与方，提出了一系列商业可行的建议，旨在加速构建具有竞争力、可规模化且公平的电池循环经济体系。同时，报告提炼了颇具决策参考意义的关键行动杠杆，为各类组织在自身情境中开展分析与实施提供了参考平台。

研究范围与目的

需要特别说明的是，本报告对其研究范围做出了明确界定。报告并非为了全面列举所有循环经济干预措施、商业模式或政策工具，因此，未列入的某些具体路径仍具备重要性。此外，报告有意未重复提及已公开的关键矿产前景分析与回收研究中的定量预测与情景建模。**报告面向覆盖动力电池全价值链的广泛受众**，重点聚焦那些可通过协作、投资和政策倡导加以**推进、且具备明确商业可行性的议题**，以充分发挥基金会在循环经济领域的专业优势与召集力。

本报告是基金会在过去一年推动动力电池关键矿产循环经**济转型工作的初步成果之一**。基于报告所识别的实践经验与路径，基金会未来将携手合作网络伙伴及更广泛的利益相关方，进一步深化行业洞察，制定分领域实施路径，并形成具体的产业协作方案，以推动相关行动的规模化落地。

琼奎尔·哈肯伯格（Jonquil Hackenberg）
艾伦·麦克阿瑟基金会
首席执行官

翁文婷
艾伦·麦克阿瑟基金会
关键矿产项目执行负责人

执行摘要

动力电池： 决胜未来的战略赛点

电动汽车电池（以下简称动力电池）正成为能源转型中的**核心战略资产**。随着电动汽车普及加速，汽车产业正在从“以燃料为核心”向“以材料为核心”转型。据估计¹，一辆电动汽车含有超过200千克的关键矿产，约是传统内燃机汽车的6倍，这其中包括了动力电池高度依赖的锂、钴、镍、石墨等多种矿产。

然而，当前动力电池价值链高度依赖原材料，且地域分布高度集中，使用模式呈现线性结构，导致在高速发展的背景下催生了**多重系统风险**。关键矿产的潜在供应缺口、对社会与环境的负面影响，以及贯穿采矿、加工、制造和回收环节所面临的诸多挑战，均有可能推高整体成本、扰乱市场稳定、加剧价格波动，最终延缓电动汽车行业的规模化发展。这些因素的叠加，让电动汽车产业价值链在亟需快速扩张的关键阶段变得愈发脆弱。

破局之道是价值链的系统性循环再设计。对产品和零部件、商业模式以及“能源-出行”体系进行再设计是增强产业链韧性、降低系统性风险的关键。推动动力电池循环经济的规模化转型，需要从“小修小补”和“末端治理”转向系统层面的重塑，这不仅可以在价值链各环节创造经济价值，降低对原生矿产的依赖，还可缓解供应风险，减少对环境和社会的负面影响。



循环经济：化挑战为竞争优势

循环经济模式可将上述系统性挑战转化为竞争优势与发展机遇。通过维持动力电池及关键矿产在全生命周期内的高价值利用，并对出行、能源、数据与政策体系再设计，动力电池循环经济模式的规模化发展将具备经济可行性。对于业界领导者而言，循环经济并非是一项补充策略，而是企业核心的战略杠杆：

- **保障利润率**：提升产品利用率、延长电池寿命以及避免过早更换，实现降本增效，保障利润空间；
- **规避风险**：降低因矿产市场价格波动与供应链集中化带来的风险敞口；

- **开拓新型营收与商业模式**：将电池及材料视为运营资产（如提供新型服务、升级、二次利用以及循环矿物流），开辟新型营收模式；
- **增强运营韧性**：在地缘政治变动与监管日趋严格的背景下，提升合规运营基础，增强企业韧性。

动力电池中关键矿产如何采选、使用和回收决定了电动汽车价值链的核心价值与风险，这导致循环经济对行业领导者而言，已成为战略制定中的必要一环。企业围绕矿产的获取、运营与回收所做出的策略、商业与设计决策，将高度影响其可获得的商业价值，也决定了其在供应中断、成本波动等风险中的暴露程度。电动汽车市场正进入快速扩张期，当下正是塑造这套运营体系的时机。尽早对循环经济开展投资，才可最大限度的保持运营韧性、竞争力和长期价值。

¹ 联合国环境署世界保护监测中心，《Critical Transitions: Circularity, equity, and responsibility in the quest for energy transition minerals (2024)》

打破屏障，迈向系统性战略

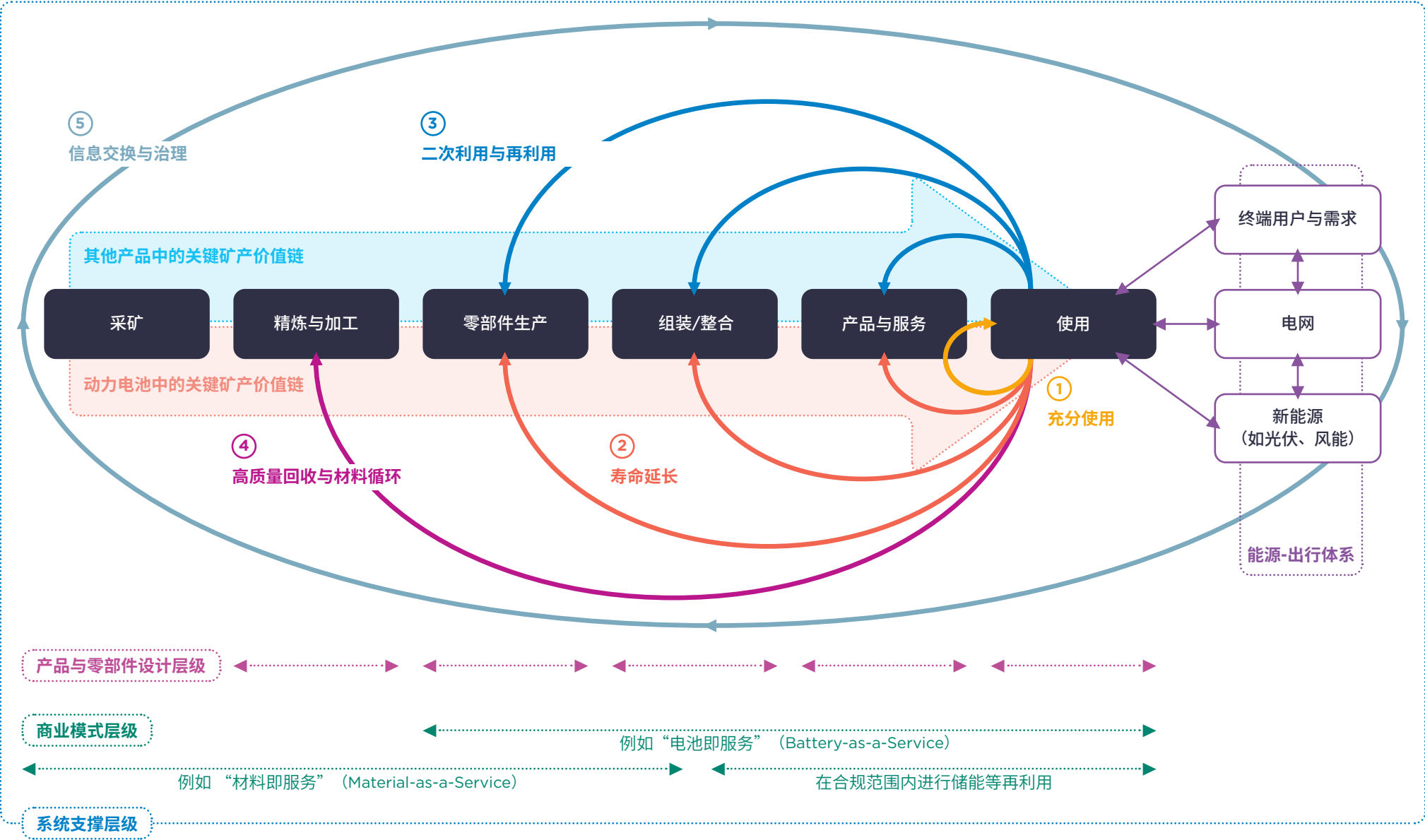
当前，围绕动力电池循环经济的讨论与实践仍较为分散，且大多聚焦在末端处理环节。尽管产业已针对电动汽车需求增长、矿产资源约束、回收产能以及政策路径等议题展开了扎实的研究与行动，但这些工作主要集中于产品回收环节。这种相对局限的视角让一些在回收之前即可发挥作用，且更具创新性与高价值的方式容易被忽视。与此同时，由于电池从生产到首次退役存在较长的时间滞后，供需平衡难以在短时间内得到缓解，使快速扩张的电池回收基础设施面临巨大压力。

本报告提出的动力电池循环经济愿景，旨在将行业的关注重心由“优化末端治理”平衡至“系统性再设计”。要想实现动力电池循环经济的经济效益，需要依靠价值链各方的协同与集体行动。价值链任一环节的决策，都会对其他环节的循环经济发展产生制约或提供机遇。例如，上游关于电池结构设计、数据获取，以及产品归属权方面的决策，直接决定了电池在下游实现高效循环利用的可行性。同样，市场准入、标准体系、价格信号，也决定了上游主体对循环经济业务进行创新与投入的信心。具体的依赖关系、权衡取舍以及待解问题，需要因地制宜地结合当地市场与监管情况进行分析，才能更好地支持企业决策者与政策制定者将动力电池及关键矿产作为战略性资产进行有效管理。

由此，艾伦·麦克阿瑟基金会形成了一套商业分析框架，旨在帮助决策者将循环经济愿景从零散试点升级为产业价值链协同行动的发展战略，并清晰地呈现其可量化的财务价值与更广泛的战略收益。该框架为投资、合作和能力建设提供了统一的话语体系，同时有助于识别价值漏损、风险聚集点，及能够释放最大系统性收益的措施。本报告将通过两个层面将上述理念转化为具体实施路径：

- 1. 五大动力电池循环闭环：**包括全生命周期内的高价值“内循环”（充分使用、寿命延长、再利用），和生命周期外的“外循环”，即高质量回收，以及支撑体系内信息交换与治理的“跨流程循环”；
- 2. 三大循环层级：**将循环经济思维应用在每一层级，推动循环经济行动落地，并带来系统性转变，包括：
 - 产品与零部件设计层级
 - 商业模式层级
 - 系统支撑层级

图1 循环经济如何驱动动力电池关键矿产系统创新并创造价值



驱动系统变革：五大领导力行动

基于对价值链关键相关方的深入洞察以及真实的案例分析，**报告识别了五个最具潜力与机遇的跨价值链协作行动**，并给予各利益相关方可以立即采取的初步行动建议，以推动实质性进展。

动力电池价值链的决策者可在以下五个方面开展战略布局：

1. 为循环而设计，而非用完即弃

将动力电池重新定位为“可跨多个生命周期，在出行与能源系统中可反复使用的零部件”，而非一次性资源。

实现路径——从产品设计之初将模块化、安全拆解/分离、诊断与可追溯性纳入考量，使产品的维修、再制造、二次利用以及高质量回收具备规模化的技术与经济可行性。

2. 从适用性出发，重塑“能源-出行”系统

重新界定电池的价值，从追求电池的最大容量向追求用途的适当性转变，并通过出行体系的再设计为终端用户提供服务。

实现路径——由大体量、超规格的产品设计理念转向以真实使用需求和性能优化为导向的设计理念。这一转型还需要通过对“能源-出行”系统的再设计加以支撑，以重新界定对车辆性能与配置要求的“默认”预期，并通过动力电池价值链其他环节在服务模式上的创新，使用户能够在不增加电池体量的前提下，获得相同甚至更高水平的功能性效用。

3. 规模化发展循环商业模式

通过推广以产品耐用性、高性能、高回收价值以及再利用与多次循环利用为导向的商业模式，将电池及原材料重新定位为可长期运营的资产，而非一次性出售的产品。

实现路径——扩大相关商业模式，如“电池即服务”（Battery-as-a-Service）、定期升级/维修机制、基于性能的质保服务、体系化的二次利用，以及“材料即服务”（Material-as-a-Service）试点等，使产品的耐用性、可回收性和残余价值从产品生命末期的附带结果转变为具备商业激励和可融资性质的绩效指标。

4. 共投共建区域循环基础设施

将动力电池价值链计划性地打造为区域与跨区域的循环经济基础设施网络，使材料能够在其中高效、持久且透明的进行循环流通。

实现路径——将电池收集、分拣、检测/分级、维修/再制造、再利用和回收视为价值链的核心基础设施，并通过共同投资、长期的原料供给与承购协议等金融模式降低产能风险，使材料的循环流通具备可预测性。

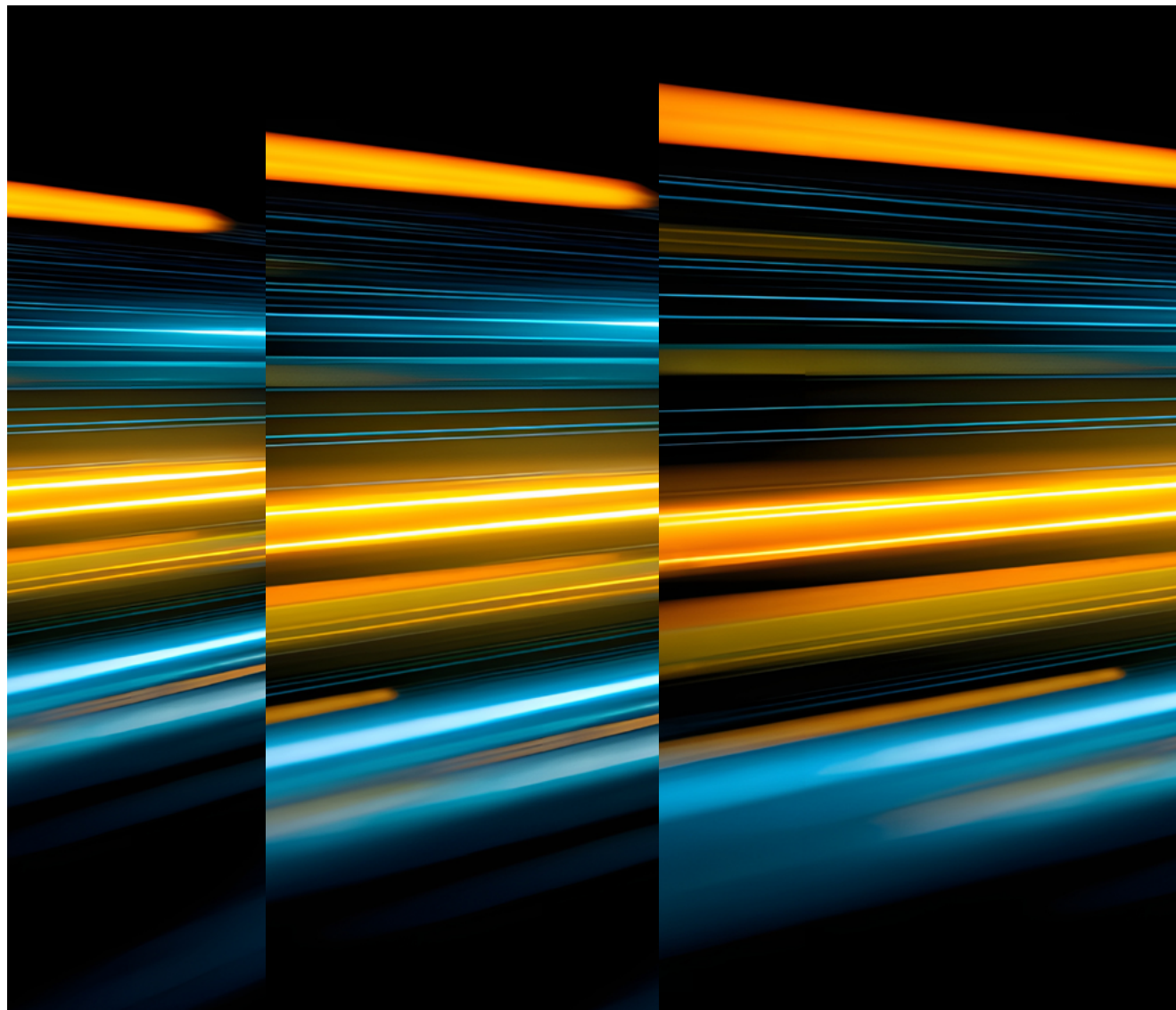
5. 让循环操作系统真正运转

通过提升当前动力电池经济体系的透明度和可追溯性，降低交易成本，为企业与投资者规模化开展维修、回收和再利用提供信心。

实现路径——部署可信息互认的电池护照系统与数据标准，统一各类定义与需求（如报废判定标准、运输与处理规范等）；强化信用保障机制，在合规的基础上通过市场机制使二手电池与再生料市场得以大规模、低成本、低风险的运营。

十五年来，艾伦·麦克阿瑟基金会持续凝聚并协同强有力的商业与政策网络，致力于推动全球经济体系的系统性变革。为加速循环经济的规模化落地，基金会与价值链中行动迅速、积极创新、拥抱变革、具备韧性的相关方展开了深度合作。在此基础上，基金会已与动力电池价值链中的30余家企业与机构开展深入交流与合作，覆盖资源开采与加工、电池制造、服务提供以及末端再处理等关键环节，共同构建面向未来的动力电池循环经济愿景。立足商业与政策的交汇点，基金会致力于在动力电池价值链中推广三类行动。一，为企业行动设定清晰的方向与共识，本份报告即是这一进程中的早期成果之一。二，通过本地化网络、合资企业、共享基础设施与联合投资等机制，促成高效协作，撬动资本并鼓励创新。三，通过共同倡导，塑造有利于动力电池循环体系发展的政策与监管环境。

将动力电池重新定义为高价值、可循环的资产有望带来深层次变革。通过清晰认识价值的得失与风险聚集，明确释放系统收益的关键节点，行业即可突破零散的循环经济实践，构建长期的韧性与价值——从而保障利润空间、重塑商业模式，减少供应风险敞口，并确保关键矿产资源的高价值循环利用。



致谢：

艾伦·麦克阿瑟基金会衷心感谢所有为本报告撰写与完善做出贡献的机构与个人。特别感谢我们的合作伙伴与会员单位，以及来自动力电池产业价值链的关键相关方为本报告提供的专业反馈与宝贵建议。

核心团队

翁文妤 Wen-Yu Weng
关键矿产项目执行负责人

Cindy Venho
关键矿产项目经理

Lenaïc Gravis
内容开发经理

João Merico
关键矿产项目高级战略专员

周绍博 Shaobo Zhou
项目分析师（基金会北京办公室）

丛汉翔 Hanxiang Cong
项目经理（基金会北京办公室）

Ian Banks
独立内容编辑顾问

支持团队

Alex Hedley
高级平面设计师

Ariel Bramble
高级发展经理（收入方向）

Constance des Courieres
关键矿产项目政策官员（政策方向）

Danoush Mohajeri
合作伙伴关系经理（关键矿产项目）

Emily Pearce
项目传播经理

Katie Attrill
合作伙伴网络经理（关键矿产项目）

Laura Collacott
独立内容编辑

Matt Barber
平面设计师

Pip Dragonetti
高级发展经理（慈善方向）

关一松 Yisong Guan
北京代表处首席代表（基金会北京办公室）

关于艾伦·麦克阿瑟基金会

艾伦·麦克阿瑟基金会是一家致力于推动循环经济发展的国际性慈善机构，旨在应对当今时代面临的重大挑战，包括气候变化、生物多样性丧失、废弃物与污染等问题。基金会与由公共与私营部门决策者及学术界组成的网络紧密合作，共同提升能力建设，设计并推进循环经济相关的倡议与解决方案，并推动其大规模落地实施。以可再生能源为基础的循环经济，以设计驱动，从源头上消除废弃物与污染，循环产品与材料，并促进自然系统再生，从而为企业、环境与社会创造韧性与繁荣。

更多信息请访问基金会官方网站：

ellenmacarthurfoundation.org

免责声明

本报告由艾伦·麦克阿瑟基金会（以下简称“基金会”）编制。基金会已基于其认为可靠的信息，采取合理谨慎与勤勉的态度完成本报告内容，但对本报告及其全部内容的准确性、完整性、质量、适用性、合法性或其他方面，不作任何明示或暗示的陈述、保证或承诺。基金会未对本报告所链接或引用的任何外部网站或资源进行监控或审核。改为本报告并非全面性的说明，其任何内容均不构成任何形式的建议。任何对本报告的依赖均由读者自行决定并承担风险。

在法律允许的最大范围内，基金会、其集团内的每一实体、其关联的每一慈善机构及其各自的雇员、工作人员、管理人员、代理人和代表人，对本报告或其任何内容所引起或与之相关的任何损失或损害（无论直接或间接，也无论基于合同、侵权、违反法定义务或其他理由）概不承担任何责任。

基金会并非本报告所提及的任何第三方、产品或服务的供应商或关联方，亦不推荐或认可任何第三方或其产品或服务。



© 版权所有 2026 年
艾伦·麦克阿瑟基金会

www.ellenmacarthurfoundation.org

慈善机构注册编号: 1130306
OSCR 登记编号: SC043120
公司编号: 6897785



扫描二维码
关注基金会官方微信