

印度动力电池更换站及更 换式电动汽车的兴起

电池更换已成为电动两轮和三轮车传统充电方式的一个显著补充，这些车辆需要高车辆利用率和低停机时间。虽然传统充电需要在过程中将耗尽的电池连接到车辆上，但更换选项允许用户在专门的电池更换站内几分钟内用充满电的电池替换掉用坏的电池。结果，该模式显著减少了车辆停机时间，并使系统更高效。它在商业应用中已被证明尤其有效。





电池更换模式同样支持电池即服务（BaaS）的概念，该概念将电池所有权与电动汽车所有权分离。在此模式下，用户购买不含电池的电动汽车，然后通过更换网络订阅电池使用服务。由于电池占电动汽车成本相当大的比例，该方案降低了初始成本，并让消费者免于承担电池维护、充电和更换的责任。该方案的主要优势包括：

2022年4月，介绍了《动力电池换电管理办法（征求意见稿）》，构建了以互操作性、安全、BaaS模式及私人投资为核心的支持框架。该办法通过提供标准化的电池换电生态系统，补充了现有的FAME计划与PLI计划。该案例研究探讨了印度电池换电的发展情况、其实施的政策背景、新兴商业模式、市场关键参与者、创新、趋势、挑战以及行业未来前景。

- 降低车辆停机时间，非常适合电动三轮车、最后一公里配送、网约车和城市出行服务车队

历史背景

- 降低电动汽车购买价格，因为电池不是一起购买的车辆
 - 减少了消费者对电池维护、充电和更换全电池追踪运营商网络
 - 高效的电池生命周期管理
- 既然电池将被充电，由专业操作人员操作个人所有者

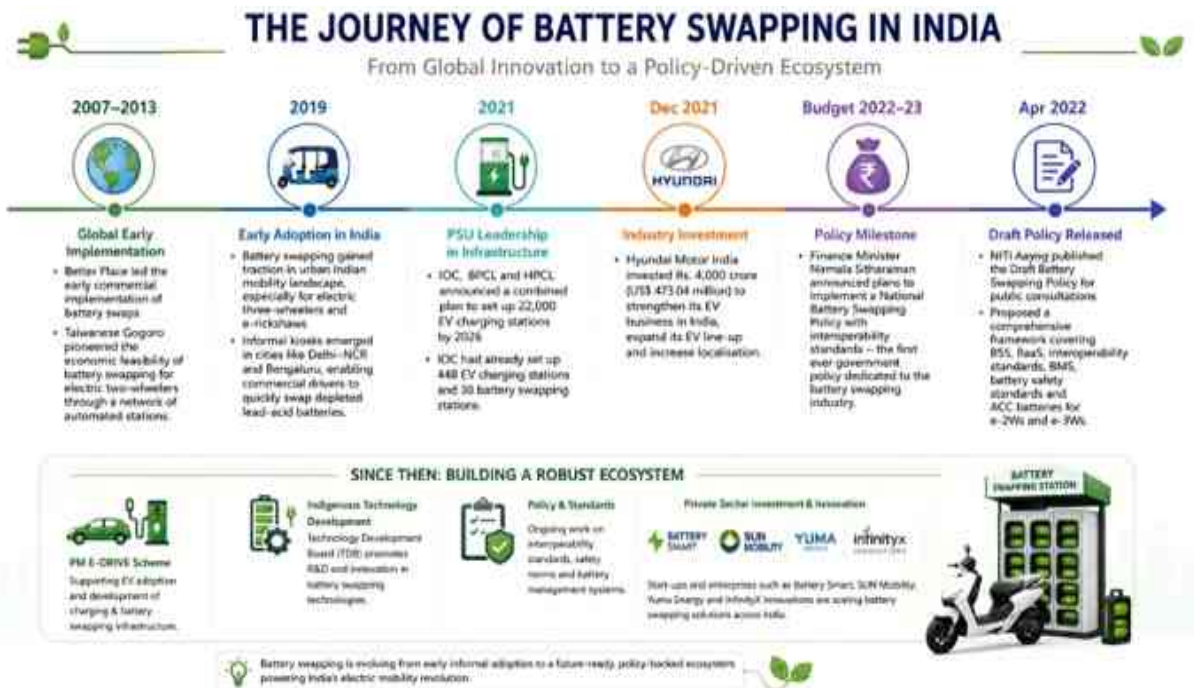
电池更换技术最初作为一种反对传统电动汽车（EV）充电的国际概念出现，后来通过非正式的早期采用、私人投资和正式的政府政策的结合，在印度逐渐成为一种日益增长的现象。

- 2007-2013年：Better Place引领了电池更换的国际早期商业化实践，而台湾Gogoro则通过自动化更换站网络，开创了电动两轮摩托车电池更换的经济可行性。

鉴于该技术的潜力，印度政府于2022-23年度联邦预算中提出了制定电池更换政策的构想。此后，NITI Aayog

- 2019: The concept of battery





在印度城市交通领域，电池更换业务开始兴起，尤其是在德里-国家首都区（NCR）和班加罗尔等城市，电动三轮车和电动人力三轮车（e-rickshaw）尤为普遍。在这些地方，个人运营的非正式摊位允许商用车司机快速更换耗尽的铅酸电池。

• 2021年：三大公共部门石油营销公司——印度石油公司（IOC）、巴拉特石油公司（BPCL）和印度斯坦石油公司（HPCL）——宣布计划到2026年联合建设共计22,000个电动汽车充电站（IOC：10,000个，BPCL：7,000个，HPCL：5,000个），其中IOC已建成448个电动汽车充电站和30个电池更换站。

• 2021年12月：现代汽车印度公司投资4000亿卢比（4.7304亿美元），旨在提升其在印度的电动汽车业务，目标是为扩大电动汽车产品线并提高本土化水平。

• 2022-23年度联邦预算：财政部长尼莫拉·西塔拉曼公布了计划实施一项国家电池更换政策，该政策包含互操作性标准，这是有史以来首项专门针对电池更换行业的政府政策。

• 2022年4月：印度国家创新与转型委员会（NITI Aayog）发布了《电池更换政策草案》以供公众咨询，建议制定一项涵盖电池更换站（BSS）、电池即服务（BaaS）、互操作性标准、电池管理系统（BMS）、电池安全标准以及适用于电动两轮和三轮车的先进化学电池（ACC）的综合性政策。

自那时起：生态系统通过多种步骤持续发展，例如PM E-DRIVE计划、通过技术发展委员会（TDB）自主研发电池更换技术，以及Battery Smart、SUN Mobility、Yuma Energy和InfinitiX Innovations等公司进行投资。



市场规模与增长

近年来，得益于政策干预和基础设施建设，印度的电动出行生态系统取得了显著增长。为了推动电动汽车的部署，政府采取了涵盖广泛、包含多项举措的总体战略，例如国家及州级政策、制造业激励措施，以及充电基础设施的扩展，如FAME计划、汽车、电池和零部件的PLI计划，以及电动公交车计划。



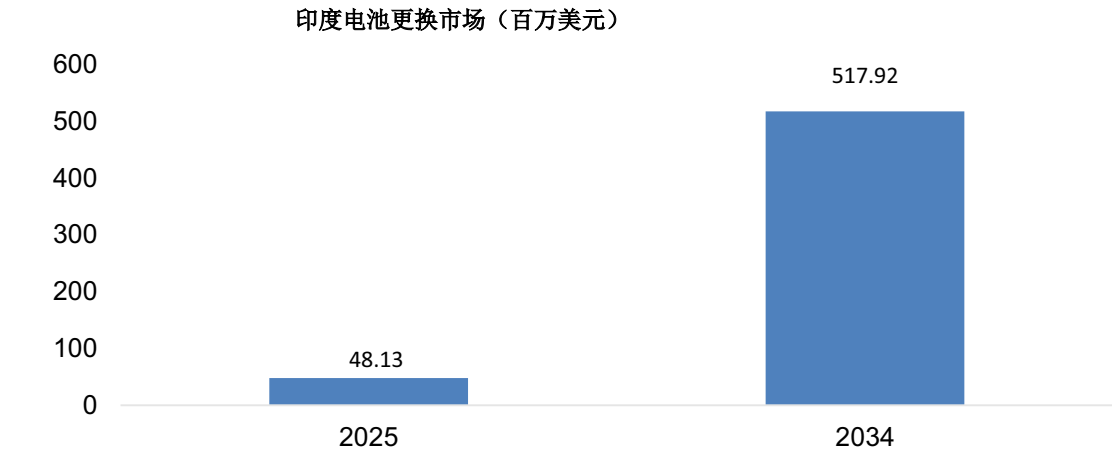
- 电动汽车销量从2016年的5万辆增长至2024年的208万辆，据NITI Aayog统计，2026财年电动汽车渗透率接近9%。
- 政府计划到2030年实现电动车占汽车总销量的30%，使该行业价值达到2000亿美元，并提升印度的能源安全。
- 从2025年的29吉瓦时增长至2035年的248吉瓦时，对锂离子电池的需求将呈上升趋势，这主要受到电动汽车使用增加以及清洁能源技术应用的推动。
- 印度电池即服务（BaaS）市场规模预计在2024年将达到约143.07亿卢比（17.1亿美元），并预计到2032年将达到112亿美元，年复合增长率（CAGR）为26.5%。

- 预计到2025年，运营电池更换市场的价值将达到4813万美元，并预计到2034年将达到51792万美元，年复合增长率（CAGR）为30.21%。

截至2025年年中，印度已有超过4,000个电池更换站，其中大部分集中在德里-国家首都区、班加罗尔、海得拉巴、金奈和孟买。

电池更换站的增长也与充电站的整体增长高度相关，这得益于在主要都市和半城市化市场持续进行的公共和私人投资，用于电动汽车充电和电池更换基础设施。

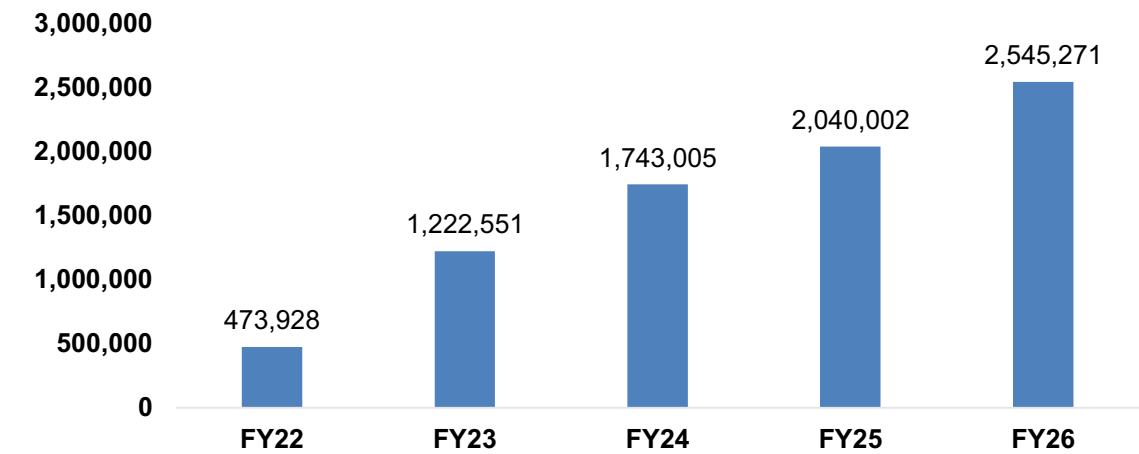
电池更换的增长可归因于电动三轮车司机、网约车服务和最后一公里物流公司等商业用户。对于这些用户而言，电池更换能够减少车辆闲置时间，让他们快速更换耗尽的电池，从而提高收入和运营效率。



源自 IMARC 集团



印度电动汽车注册量（单位）



瓦汉控制面板

随着电动出行领域的不断扩张，迫切需要可持续的资源管理。据NITI Aayog预测，印度报废车辆（ELV）的数量将从2025年的2300万辆增长到2030年的5000万辆，同时电子垃圾的产生量预计将从2024年的619万吨（MMT）增长到2030年的1400万吨（MMT）。这要求建立完善的电池回收、生产者责任延伸制（EPR）以及锂离子电池循环利用的基础设施。

尤其是在两轮和三轮车类别中，印度的电池更换机制是在NITI Aayog牵头，与电力部（MoP）、公路运输与 highways部（MoRTH）以及各州政府合作的多层监管体系下发展的。

- 2022-23年度联邦预算：概述了国家电池更换政策的起草工作，旨在确保互操作性、标准化和安全性，并推广BaaS（电池即服务）模式，以支持FAME-II计划和PLI计划。

政府政策

承认电池更换可能加速电动汽车的普及

- 2022年4月：经印度标准局（BIS）协商后





科技部（DST）、各行业和部委，以及NITI Aayog共同制定了《电池更换政策（草案）》。该政策对电池更换系统（BSS）进行了分类，强调了ACC电池，并设定了电池管理系统（BMS）的要求。

制造商与换电运营商之间；德里对购买可换电电动汽车提供激励措施；卡纳塔克邦通过提供土地和资本激励支持基础设施，促成了班加罗尔成为主要的换电中心。

- 2025年1月：国家发改委发布《动力电池换电和充电设施建设运营指南》，其中包含技术、运营和安全标准，并认可电池即服务（BaaS），同时明确车辆所有权与电池所有权的监管区分。

- 2025年8月：印度国家发展洞察局（NITI Aayog）发布印度电动汽车指数，旨在评估各邦在车辆电气化、充电准备情况和研究活动方面的表现；德里、马哈拉施特拉邦和查谟和克什米尔首府已被认定为早期采用者。

- MoRTH允许注册无电池电动汽车，为那些不附带电池而提供的电动汽车提供了合法地位。

- 2022年电池废物管理规则，由中央污染控制委员会（CPCB）依据生产者责任延伸（EPR）框架进行监管，要求电池更换运营商和生产者负责对环境负责的电池收集、回收和报废管理。

- PM E-DRIVE计划（于2024年启动）：拨款1,090亿卢比（12.3亿美元），旨在扩大对使用可更换电池的电动两轮和三轮车的需求激励；截至2025年7月，该计划已帮助部署超过280万辆电动汽车，包括14000辆电动公交车。

因此，中央和地方层面的这些法规可被视为一个旨在增强消费者信任、提升安全标准并吸引私人投资于电池更换基础设施的多层级监管体系。



印度电池更换生态系统中的关键参与者

- FAME-II计划：自2019年以来一直支持超过160万辆电动汽车，并已拨款91.25亿卢比（1.0791亿美元）用于安装9,332个公共电动汽车充电站。

得益于专业换电企业、能源领域实体、电动汽车制造商和技术初创企业之间的协同效应，印度的换电市场正在向前发展。这些企业开发换电基础设施，实施电池即服务（BaaS）模式，使两轮、三轮电动交通工具及最后一公里配送车队实现商业化电动出行。石油营销公司、原始设备制造商（OEMs）和电池技术提供者之间的合作也在加速。

- 各州政府支持国家计划：马哈拉施特拉邦的电动汽车政策承认无电池电动汽车，并分配需求激励。



国家电池更换系统的发展。

换电站点和超过5万块智能电池，这使得每月能够完成超过一百万次电池更换。

新特能源 (Indofast Energy)

• SUN Mobility 可以被视为印度电池更换市场的主要参与者之一，并在其发展中发挥了关键作用。



该公司持续投资于研发、技术和制造，而网络部署、运营和业务发展则由印速能源管理。

适用于电动两轮车、三轮车和商用车互操作交换系统

• 2024年6月：印度石油公司 (IndianOil) 投资了SUN Mobility，并成立了50:50的合资企业Indofast Energy，将印度石油公司拥有超过37,000座加油站的广泛网络与SUN Mobility的换电技术相结合。

智能电池

电池智换是印度主要的电池更换公司之一，专注于商用车用电动两轮和三轮车。该公司于2019年开始运营，并在城市和半城市地区扩展其BaaS网络。

英飞快能源计划在2030年前于40多个城市建立超过10,000个电池更换站，以确保全国范围内电池即服务 (BaaS) 的可用性，并解决电池的成本、维护和更换问题。



截至2026年1月，Battery Smart已在印度部署了超过1,569座电池更换站，通过一个由超过281,587块智能电池组成的网络，为超过88,149名电动汽车司机提供服务。

截至2026年，Indofast能源已成为印度最大的电池更换网络之一，通过1650多个电池更换站促成了超过6100万次电池更换。该公司已接入超过9万辆电动汽车，实现了超过17亿公里的零排放出行，支持了电池即服务 (BaaS) 解决方案在商业电动出行领域的扩展。

• 2025年12月：作为印度首家完成超过1亿次电池更换的公司，Battery Smart使其网络内的车辆行驶里程超过320亿公里，实现了零排放。

公司通过与车队运营商、汽车制造商及当地企业家建立合作，持续发展，重点在于提升车辆运行时间和效率，尤其是在最后一英里配送运营商、电子商务车队和共享出行服务方面。

截至2025年，SUN Mobility通过其超过900个电池网络的覆盖，为印度20多个城市的超过5万辆电动汽车提供支持。



裕美能源

优玛能源成为印度领先的BaaS（电池即服务）提供商，并专注于为商业用途的电动两轮车提供电池更换解决方案。



可更换电池的車輛必須獲得ARAI批准才能使用兼容電池，這證明了OEMs的集成與標準化目標是一致的。

電池更換技術如何工作

移動性、共享交通和最后一公里配送。換電技術能够在幾分鐘內更換耗盡的電池，從而提高車輛的效率和生產力。

換電站在一个安全的外壳內，包含一系列充滿電的電池包、一个自动或手动電池切换裝置、一个電池管理系统（BMS）以及一个用于客戶身份验证、電池状态监测和操作数据记录的軟件平台。

- 2025年：与本田合作，在班加羅尔为兼容电动滑板車推出本田e服務。
- 2026年：与量子能源合作，使量子Bziness电动滑板車兼容電池更換，提供分鐘級換電能力，并确保网络99.9%的在线运行时间。

电动兩輪和三轮車的電池組通常体积小且模块化，允許在3至5分鐘內更換耗盡的電池，从而与传统充電方法相比，减少了車輛的停機時間。

OEM集成

電池更換技术的发展正朝着成为OEM产品战略的有机组成部分的方向迈进。

- Ather Energy、TVS Motor Company（Orbiter BaaS）、Hero MotoCorp（VIDA）、Honda（e:Swap）和Maruti Suzuki（e VITARA）推出了或宣布了他的OEM BaaS产品。
- 这些进展证实了車輛设计阶段采用的BaaS架构，并意味着換電技术将超越商用三轮車的细分领域，进入兩輪車个人出行的主流。



- BMS是整个系统的核心，持续追踪各种关键指标，如充電状态（SoC）、健康状态（SOH）、温度和充放电循环次数；它有助于保障電池安全，并允許将性能下降的電池組移出运行，防止其干扰車輛运行。

政府的要求

- 数字监控系统有助于



操作员在站点管理其电池库存，并通过及时维护、翻新和回收电池来提升其生命周期管理。

并持续提供运输服务。

根据国际清洁交通委员会（ICCT）的数据，截至2024年7月，印度共有8,583辆电动公交车。

互操作性——即允许不同公司制造的各类电池包、车辆和电池更换站基于通用标准运行——对于业务规模化、降低基础设施成本以及提升用户便利性至关重要。

- 得益于总理电子巴士租赁计划（PM e-Bus Sewa Scheme）和总理电子驾驶计划（PM E-DRIVE Scheme）的实施，电动巴士的部署得到加速；后者分配了1080亿卢比（12.3亿美元）的预算，其中包括439.1亿卢比（46.018亿美元）的需求激励资金，旨在为九个城市提供14028辆电动巴士。

- 在《电池更换草案政策》（2022）中，NITI Aayog建议了互操作性标准；电力部就安全性和运营要求发布了2025年的补充指南；BIS计划制定技术标准

扩展电池更换服务超越两轮和三轮车

尽管目前电池更换技术已广泛应用于电动两轮车、三轮车和电动三轮摩托车，但它正越来越多地被开发用于重型车辆，特别是电动公交车和卡车，这些车辆需要更大容量的电池以及更复杂的自动或机器人化更换系统。这将有助于减少此类车辆的停机时间，并提高车队生产力。

中央政府也有计划推出一项约1200亿卢比的资金激励方案，旨在鼓励私营运营商部署电动公交车，这些运营商将获得利息补贴、信用担保和资金支持，其投资总额在未来十年内将达到约7000亿至8000亿卢比；由于私营运营商占印度注册公交车队的近93%，因此该计划在推动电动公交车超越公交公司（STUs）方面将发挥关键作用。

- 电池成本约占电动公交车价格的40-50%，通过电池即服务（BaaS）模式进行电池更换，将能显著降低采购成本，并通过按使用付费的方式提升车队经济效益。

- 尽管NITI Aayog的《动力电池更换政策（草案）》主要关注两轮和三轮电动车辆，但政府旨在为电动公交车制定统一电池标准，以实现互操作性。

此外，2025年10月，SUN





移动性和维拉瓦哈纳推出了首批用于城际运输的10.5米电池可更换式电动巴士；蓝能动力公司启动了从孟买到普纳的首条电动卡车走廊。

《规则》，2022年，该规则基于生产者责任延伸（EPR）方法，要求生产者和经营者对其产品在报废时进行电池的收集、回收和妥善处置。

随着电池技术的持续发展和电池标准化及自动化流程的完善，电池更换预计将助力印度清洁交通的下一阶段转型。

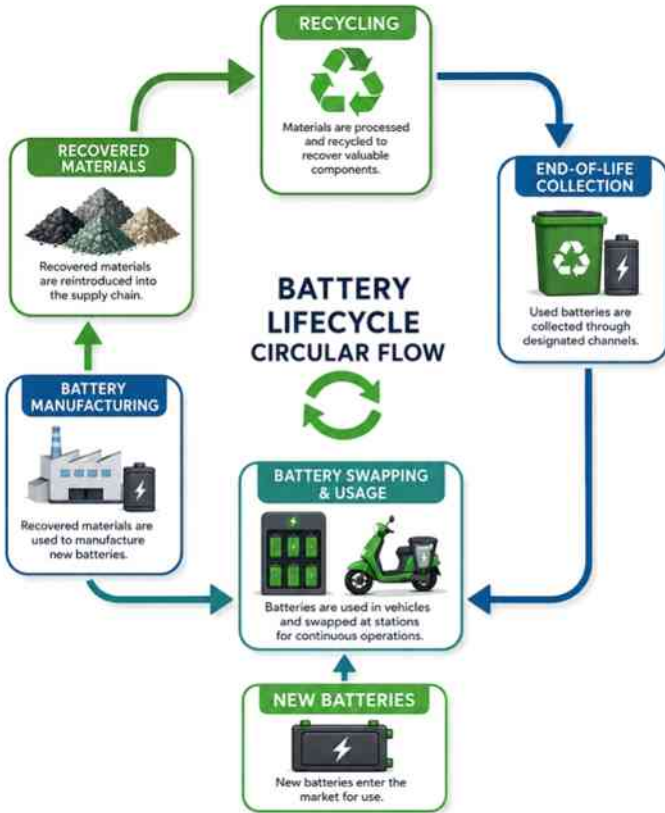
- 像Attero、Exigo Recycling和Tata Chemicals这样的国内企业，其锂离子电池回收设施将通过使材料可回收、减少对原生原材料依赖，促进印度电池技术的循环经济发展。

可持续性 & 循环经济

电池更换实践得益于电池优化使用、集中式电池充电以及电池生命周期管理，从而促进了印度电动出行生态系统的可持续性。在电池更换网络中，电池包由专业运营商进行监管和维护，这使得电池能够在受控条件下充电，并在多辆车上使用。根据电力部制定的《电池更换站和电池充电站安装及运营指南（2025）》，电池更换被视为电动汽车充电基础设施的重要组成部分。

电池回收过程中回收的材料，如锂、钴和镍，可用于新电池的生产，这将减少印度对原材料进口的依赖。

电池管理系统（BMS）可监测电池状态、充放电循环、温度及其他参数，并有助于识别和移除故障电池，以避免车辆运行时出现风险。



- 电池废物管理



前方之路

随着监管框架的完善、私营部门参与度的提高以及电动出行在印度的普及，电池更换生态系统正迎来商业发展的新阶段。

- 政府计划到2030年将电动汽车占全国销售车辆的比例提高到30%，并增加公共充电和电池更换基础设施的建设，预计这将提高两轮车、三轮车、商用车队和最后一公里配送等高使用率车辆领域对BaaS（电池即服务）服务的采用。

• 监管措施包括《动力电池换电管理办法（征求意见稿）》、关于《电池换电设施及充电设施安装运营指南（2025）》、莫尔他（MoRTH）无电池车辆注册以及PM E- DRIVE计划。

• 印度能源、电池智联、尤马能源等BaaS（电池即服务）提供商正扩大其运营网络。与此同时，本田、TVS摩托车公司、阿瑟能源和英雄摩托等主要汽车制造商正逐步为其电动出行采用电池更换解决方案。

未来，进一步拓展互操作电池标准、发展国内电池生产、先进电池管理系统、回收基础设施以及数字能源管理平台，对于提升印度换电基础设施生态系统至关重要。预计石油营销公司、换电运营商、科技公司和汽车制造商之间的战略合作将增加基础设施的可用性及其在城区和半城区市场的普及。只要技术持续发展且政策继续支持，换电将始终是传统充电基础设施的重要替代方案之一。

- 由于对快速能源充电和车辆使用的需求，商用车队、电动三轮车服务以及城市物流供应商可能会继续成为该服务的主要需求来源。

