

开放式换（充）电站运营计费管理系统开发与实践

张建华

绿动未来能源有限公司 宁夏 青铜峡 751600

摘 要：绿动未来能源有限公司（以下简称“绿能公司”）是国家电投铝电投资有限公司（以下简称“铝电公司”）的全资子公司，负责铝电公司“绿色能源+智慧物流”的新技术、新业态、新产业的发展战略和发展布局。

关键词：互联网+；开放式重卡换电商业模式；换电站

1 背景

1.1 发展现状

国家电力投资集团有限公司是最早开始探索绿电零碳交通行业的央企，所属公司领先市场推出了换电模式，研发制定了电驱总成、电池标准、接口标准等，并快速量产和推广，获得了先发优势。

1.2 发展瓶颈

目前换电重卡因电池产权归属管理的局限，换电重卡仅适用于矿山、码头、物流中心等独立产权的封闭场景。电池资产单一用户持有不适合多元化的商业推广模式，导致换电重卡无法实现社会化、规模化发展^[1]。尽管换电重卡在一定程度上解决了充电时间长等问题，但仍存在较大的局限性。

第一、不能到设定的封闭场景外运行。

第二、不同权属的电池不便互换。

第三、不同权属的换电站不便组网经营。

第四、里程有限，不适用于长途运输。

第五、费用计算、结算滞后。

第六、计费方式不公平、不全面。

1.3 突显问题

物理隔离，将资产“单一化”，造成资源浪费。

换电重卡在现行模式下无法互联互通，只能由一家企业采取重资产模式投入的境况。为了解决了电池和换电站产权多元化问题采用物理隔离方式，修建多个换电站，不同的承运单位只能在不同的换电站开展换电业务，将资产强行“单一化”。

1.4 公司优势

绿能公司打破传统思维，发展全国绿电零碳交通网络。创新商业模式，结合自身物流资源，建设开放式平台，解决了电池和换电站产权多元化的瓶颈，实现了各方资产公平交易，打造全国性开放式重卡换电商业模式^[2]。

坚持以干线为主的开发思路，以网络化布局抢占站址，打造全国性绿电零碳交通网络。

绿能公司培养多元化人才梯队，在绿电交通产业发展、计算机建模等方面有丰富的经验，解决了不同产权重卡电池互通互换的难题。

践行光伏+绿电交通的模式，在续接站点建设分布式光伏，为换电站提供低成本绿色电力。

2 成果内涵

本次创新实现了换电重卡商业模式的迭代升级，在精确计量、不同权属和不同价值电池互换、财产保全、合作经营等方面得到了提升和完善，为换电重卡社会化推广打下了基础，实现资产有效流动，绿电零碳交通可以走出小场景，实现大场景的规模化、集约化发展。

2.1 突破区域限制，加速绿电零碳交通发展。

突破了封闭场景应用范围限制，还适用于开放式场景，如城市和长途运输。这意味着更多的换电重卡车辆可以受益于技术发展，从而加速绿电零碳交通的普及和推广。

2.2 资产多元化，提高通用性和灵活性。

允许不同权属、品牌和新旧程度的电池互换，为用户提供更多选择，提高了整体的服务质量，提高了电池的换电通用性和经营灵活性。

2.3 组网经营，具有可拓展性和高效性。

不同权属的换电站可以任意灵活组网，形成联合网络或拆分成子网络进行经营，为换电重卡提供了更多的运营选择，提高了整体运营效率。加强了不同权属的换电站之间协作和联动，提升了运营效率，使得整个换电系统更具可扩展性和高效性，为用户提供更好的服务体验。

2.4 开放市场，轻松合作加盟。

不同运输商的换电重卡（允许新旧程度不同的可用电池）可以通过认证注册和注销方式轻松加入或退出经营网络，使得市场更加开放，进一步提高了行业的竞争力和活力，促进行业的创新和发展。

2.5 实时计费，提升运营效率。

解决了费用计算和结算严重滞后问题，实现了实时

计费,在换电的同时就可以计算出换电费用,简化了换电流程,方便换电站运营,提升了用户体验和换电站的运营效率。

2.6 公平交易,保障利益平衡。

充分考虑电池资源消耗所涉及的费用,在计费、二次清分方面采用了更精准的计费模型和算法,实现了“公平”交易原则,保证了计费和清分的准确性,确保了电池使用者和电池权属方之间的利益平衡,为整个换电系统的可持续发展奠定了基础。

3 实施方法

3.1 总体思路

坚持以干线为主发展思路,通过“换电重卡+充换电站+分布式光伏”的综合智慧能源模式,同时平台化运营,打造绿电零碳交通网络^[1]。

通过开放、共享的运营模式解决区域性的限制,让换电站形成多点协同,资源共享。

坚持发展新能源,打造综合智慧能源场站。

结合信息化手段实现开放式场景下,让不同主体的换电站运营方、承运商(车队)以及电池持有方在同一平台下运营,使资源能够最大化利用。

3.2 布局干线网络

华北区域省际干线是国内首个跨省际绿电零碳交通干线,以山西铝业进口矿石和返程电煤发运量为基础,拓展至面向全社会货物运输需求。干线于黄石高速和沧榆高速路段的黄骅、河间、保定、阜平、阜平西服务区以及五台县茹村乡和山西原平铝业大道等6个场景建设10座换电站,2022年10月底开工,2023年5月全线贯通。

3.3 建设示范平台

为满足干线需求,为满足绿电零碳交通发展、轻资产和平台化运营需要,联合开发了开放式换(充)电站运营计费管理系统。

3.3.1 平台整体架构设计

平台基于干线物流场景解决多方产权电池、车辆、换电站的运营,且做到计费合理,公平收费,账单清晰的问题。

以“物联IOT终端设备—协议—大数据—业务应用”作为技术基础架构,满足运营业务需求进行设计。

通过小程序完成换电申请至换电完成的操作流程,通过平台进行运营和监测。避免数据外泄的风险,有效的保障了数据的安全性。

3.3.2 平台基础架构设计

从资产管理,用户管理,计费管理,订单管理四大模块满足运营业务需求进行设计。

(1) 资产模块:对所有的资产设备包括换电站,电池,车辆等进行信息管理,同时关联其实时数据,包括实时位置,实时电量,实时温度等。

(2) 用户管理模块:平台主要分为平台商,换电站商,电池商,承运商四个主体,其中不同的用户角色所能看到的数据权限会关联其主体,避免数据外泄。相关资产方能够看到关联自己资产变动的所有行为,既保证了平台的统一性,又保证了各主体的独立性。

(3) 订单管理模块:平台每一笔订单的产生都会有多维度的鉴权,不仅在安全上有更好的保障,同时订单会和车辆、电池、司机相关联,数据清晰且可追溯;对于异常订单也会把异常的原因显示,便于快速定位和修复。

(4) 计费管理模块:通过创新的计费构成,以及不同的计费模式,既能够达到实时的费用计算,又能够通过运营的手段来保障电池的使用率,同时各资产方可以通过合同约定的帐期直接线上清分。

4 成果实施效果

4.1 打造首条省际干线

让绿电零碳交通从50公里范围的小场景走出来,换电重卡首次实现550公里长距离跨省干线运输,是一条真正意义上的省际干线,示范效应明显。

4.2 完成平台建设

从设备、小程序、平台端全面建设,驱动产业数字化,为换电重卡全国性推广提供平台,加速绿电零碳交通产业发展。

4.2.1 应用模块

平台模块:用于对换电站、电池、承运商和司机进行管理,通过设置电池费率和换电站费率,对换电订单数据进行计算,实时计费结算,实现资金管理。

小程序模块:用于司机实名认证注册、登录、导航、扫码换电和三方支付。依据可换电池数量、换电站距离远近、换电费用高低等推荐换电站。

站控系统:部署在每个换电站,接受平台下发的换电指令,管理该换电站的换电操作、记录换电订单,将订单信息发送到平台。实现对换电过程的控制,保证换电过程中的安全性。

4.2.2 实现功能

(1) 计费科学,前置实时创新。

费用构成科学:整个费用构成分得更细致更科学,通过运营结合的方式既保障资产的高频使用,又保护使用者的权益。

前置计费创新:前置计费的创新能够实时进行费用的收取,避免了后置计费的风险,解决了计费滞后问题。

费用灵活设置：每一个换电站、每一块电池可根据运营情况及电池放电能力情况独立设置费用。

(2) 费用分割，财务清晰。

费用分割清晰：每一笔订单会切分到尖峰平谷，对应到时段及单价。

资金变动清晰明了：每一笔资金的进出、类型（车辆电量押金，换电支出，换电收入）、对应的主体资金变动后，不同的主体方均可查看到自己的帐户变动的明细。

清分记录可查可追溯：每一笔订单均会按照费用设置的构成进行计算，同时关联不同的主体，各个主体可以获取自己应取得的收益及收益的构成。

(3) 业务延展，组网经营。

子平台的延展：随着行业的快速发展，可以想象未来会存在多个局域网干线的存在，不管是管理上的需要，还是商业合作的拓展，都会有新的运营商出现，平台支持子级拓展和平级拓展。

平台间的互通：同一资产方或者跨省车队公司在不同子平台之间都存在业务，需要进行统一管理，可以通过数据共享的方式来进行平台间的互通，以满足管理要求。

(4) 保障资产安全，提升资产效能。

实时数据监控台：对充换电重点设备的实时监测数据进行展示，包括温度、电压、电流、电量、电池寿命评估、关联主体等。

实时业务操作台：通过车辆、电池、换电站在地图上的位置、在离线状态、实时状态（车速、SOC等）、轨迹等进行集成，便于业务在调度、异常处理等快速定位并下发相应通知。

4.2.3 打破技术资源壁垒

打破了换电重卡仅适用于矿山、码头、物流中心等独立产权的封闭场景、不同产权电池无法实现互通互换的技术壁垒，使不同的电池包持有人在干线运输的大场景下开展换电业务，实现换电模式结算的及时性和有效性。

5 成果推广前景

5.1 打造优质营商环境，凝聚强大发展合力。

随着干线的贯通，先进的系统平台运营，吸引了各行业头部企业来主动寻求合作，打造一流的营商环境，凝聚强大发展合力，共同发展绿电零碳交通。

5.2 发挥集团能源侧优势，推进绿电零碳交通发展。

贯彻公司产业发展思想与方向，重点发展综合智慧能源产业，打造以“绿能”为核心、从交通端到能源端的全产业链布局，创新交通运输与绿色能源融合发展的新模式。

5.3 轻资产与平台化转型。

通过平台开放、共享应用模式，吸引更多运营方、资产方加入平台运营体系，将其他主体建设的换电站、电池资产纳入统一管理平台，打造轻资产受托运营模式，形成金融平台-电池银行和资金池平台运营模式，由运营商转变为平台方，全力打造成为产业链链长和行业领军企业。

创新能力提升：轻资产与平台化转型有助于公司专注于核心技术的研发和创新，从而提高企业在行业中的竞争力。

提高效率与敏捷性：轻资产和平台化模式能够提高资源利用效率，降低管理成本，使企业更加敏捷和高效地应对市场变化。

降低成本与风险：轻资产转型减少对固定资产的投入，降低运营成本；平台化经营模式有助于与合作伙伴共享风险，分散单一业务风险。

5.4 绿电零碳交通与综合智慧零碳电厂。

扩大可控站点规模，聚合分布式、集中式新能源，形成新能源生产、电池储能、绿色运输消费、综合智慧数据平台的聚合体，构建绿电零碳交通产业生态，打造绿电零碳交通场景下的综合智慧零碳电厂。

5.4.1 绿电零碳交通产业转型：

当换电重卡达到50%市场占有率，其中使用绿电30%计算，每年可以减少碳排放2亿吨。换电重卡的社会化推广，将抵消我国内燃机制造业的短板，通过换电重卡实现绿电零碳交通产业转型。

5.4.2 交通产业及综合智慧零碳电厂融合：

换电重卡及换电站的社会化推广，结合综合智慧数据平台及开放系统的多方融合，打造更多的零碳交通、智慧社区、美丽乡村等智慧零碳电厂的应用场景，实现零碳电厂及交通产业的全方位融合。

结语

通过开放式换（充）电站运营计费管理系统开发与实践，在一定程度上改善了绿电零碳交通产业发展过程中的阶段性问题。绿电零碳交通作为传统物流产业的一小部分，产业成长仍旧深度依赖于物流产业发展，还需要在运输市场较长周期内验证。

参考文献

- [1]邵丽青,易钊.我国电动重卡市场发展现状[J].专用汽车,2022,(10):1-3.
- [2]张凌云.X公司换电重卡运输项目营销策略研究[D].西南交通大学,2022.
- [3]李浩,胥朝涛,涂刚,等.光储充换放一体化充电站设计策略[J].机电工程技术,2024,53(11):197-200+206.