

电动汽车换电商业模式探讨

杨永标¹, 黄 莉¹, 徐石明¹, 卫志农², 孙国强², 王 冬¹

(1. 国电南瑞科技股份有限公司, 江苏 南京 211102; 2. 河海大学, 江苏 南京 211106)

摘 要: 电动汽车商业模式研究和创新是破解电动汽车产业化难题的有效途径, 充换电业务作为电网企业价值链的延伸, 电网企业参与会对电动汽车产业的发展带来极大的促进作用。基于“魏朱六要素商业模式”的模型理论, 从定位、业务系统、关键资源能力、盈利模式、现金流结构及企业价值 6 个方面分析了电网企业主导下的电动汽车换电合作运营模式, 选择了业务系统和盈利模式 2 个要素进行了深入研究, 并探讨了电网企业向电动汽车私人用户提供换电服务的业务办理流程。

关键词: 电动汽车; 商业模式; 换电业务; 电网企业

中图分类号: U469.72; TM910.6

文献标志码: A

文章编号: 1009-0665(2015)03-0019-06

电动汽车充换电市场主要为电动汽车用户提供快充、慢充和换电等多种形式的能源补给服务。其中, 换电模式在该市场中最具有代表性和创新性。2014 年初国家电网公司提出了“主导快充、兼顾慢充、引导换电、经济实用”的充换电服务原则, 并在电动汽车试点城市开展大规模的充换电网络建设工作^[1,2]。然而, 换电模式在实际推广中面临投资规模偏大、投入效益比低、换电网络尚未构建完善、动力电池规格标准尚未统一, 以及服务对象单一、换电业务市场需求量少等问题^[3-5]。由于短期内无法大幅降低投资运营成本、提升动力电池水平以及完善换电服务网络, 所以亟需在商业模式上获得突破性创新。目前, 国内学者已经对电动汽车商业模式展开了相关的研究工作。文献[6]从整车充电和更换电池 2 个角度分别探讨了电动汽车充电站的运营过程与盈利方式; 文献[7]从区域电动汽车发展角度, 构建了区域电动汽车的技术管理、市场运营模式和并网规划优化模型, 并通过仿真算例验证了其合理性和先进性; 文献[8]探讨了影响充电站规模的各因素与充电站需求指标之间的数学模型关系; 文献[9]从换电模式的电池管理角度提出了基于物联网技术的电池管理系统性解决方案; 文献[10]则建立了电动汽车换电站的充放电模型, 提出一种基于微电网的换电站运营模式。文中引入“魏朱六要素商业模式”模型理论^[11-13], 从定位、业务系统、关键资源能力、盈利模式、现金流结构和企业价值 6 个方面分析了电网企业换电合作运营模式的基本构成, 探讨了电网企业向电动汽车私人用户提供换电服务的业务办理流程。

1 “魏朱六要素商业模式”模型理论

1.1 商业模式定义

收稿日期: 2015-01-04; 修回日期: 2015-03-06

国网公司总部科技项目: 智能配用电的技术体系及仿真基础性问题研究; 基金项目: 国家自然科学基金项目(51277052、51107032、61104045)

商业模式是指通过整合企业运行所需要的内外各要素, 构建高效的和拥有独特核心竞争力的运行系统, 形成完整的资金、产品、服务和信息流体系, 在满足客户需求、实现客户价值的基础上, 企业及运行系统内的其他利益相关者都达到持续盈利目标的解决方案^[14,15]。

1.2 “魏朱六要素商业模式”模型

“魏朱六要素商业模式”模型由魏炜和朱武祥两位学者提出, 是描述、重构、设计和解释商业模式的一种有效手段。该模型由定位、业务系统、关键资源能力、盈利模式、现金流结构和企业价值 6 个要素构成。

定位是整个商业模式设计的起点, 是对企业业务、目标客户和产品及服务特征的确立。业务系统、关键资源能力、盈利模式和现金流结构是商业模式设计的 4 个核心要素, 决定了商业模式的实现过程和成功与否。企业价值则是商业模式设计和创新的归宿。

1.3 “魏朱六要素商业模式”理论对电网企业的适用性

“魏朱六要素商业模式”理论为电网企业研究和构建换电业务运营模式提供了一种新的思路。电网企业开展换电业务面临电动汽车产业化难题和消费市场推广与运营风险, 此理论从定位、业务系统和关键资源能力等 6 个要素出发, 可以针对电网企业的市场角色、能力、资源、目标和效益期望, 协助电网企业明确其在电动汽车换电市场中的具体业务、目标客户、服务特征、资源能力、成本/收益结构及利益相关者等, 为电网企业深入换电市场、完善业务系统与服务网络、并在降低业务推广及运营风险上奠定决策基础。

2 电网企业换电商业模式

2.1 电动汽车换电设施运营模式类型

电动汽车换电设施运营模式主要有自建自营、租赁、融资租赁、代维代管、委托第三方运营管理、承包加盟以及合作运营等几种类型。

表 1 从电网企业角度对上述几种运营模式进行了对比, 可以看出, 每一种换电设施运营模式下电网企业

的市场角色、业务功能和盈利方式各不相同,且每一种运营模式都存在或多或少的长处与短处。鉴于目前电动汽车换电市场的需求现状和换电模式推广的难度,综合来看,以电网企业为主导的电动汽车换电合作运营模式是一种比较理想的选择。

2.2 电动汽车换电合作运营模式

在“魏朱六要素商业模式”理论下,提出以电网企业为主导的电动汽车换电合作运营模式,从定位、业务系统、关键资源能力、盈利模式、现金流结构和企业价值六个方面予以解释。如图 1 所示。

2.3 定位

在电动汽车换电市场中,电网企业定位于向拥有不同消费需求和消费能力的电动汽车用户提供安全、经济、便捷、无忧、环保的专业化及管家式的换电服务和其他衍生服务。

(1) 安全。电网企业应确保换电模式下电动汽车行驶的安全可靠性,保证电动汽车在行驶过程中电池箱与车体固定良好,不会产生电池箱移位滑动以及电源、通信线路接触不良等问题,不会为电动汽车用户出行留下安全隐患。

(2) 经济。电动汽车用户接受电网企业提供的换电服务后能有效降低电动汽车在生命周期内的综合使用成本。电网企业根据电动汽车用户差异化的消费能力和需求制定针对性的换电服务方案,引导用户合理

用电。

(3) 便捷。电动汽车用户在电网企业服务范围内都可以享受方便快捷的换电资源。电网企业将打造由直营换电站、合营和加盟换电站构成的换电服务网络,使其能够在不同区域、不同时间段内都可以为电动汽车用户提供所需的电能补给。

(4) 无忧。电网企业为电动汽车用户提供 24 h 救援服务,包括向电动汽车故障车主提供应急抢修和现场换电服务。此外,电网企业还将为电动汽车用户研发客户会员系统,向会员提供更多的增值服务。

(5) 环保。换电模式下会产生大量老化和淘汰的动力电池,如何管理、利用和回收这些动力电池涉及环保和资源再利用问题。对于不符合换电条件的老化动力电池,电网企业可阶梯利用,如建立平抑峰谷负荷动力电池储能电站;对于完全报废的动力电池,则由动力电池制造企业或动力电池回收企业集中回收并处理。

2.4 业务系统

电网企业主导下的换电业务系统由电网企业、充换电设备制造企业、动力电池制造企业、电动汽车制造企业、第三方物流企业、加盟商及电动汽车用户等利益相关者共同构建完成。在该系统内,电网企业利用专业技术、电能供应与保障能力、品牌、客户服务和资金等优势,通过整合换电设备制造企业、动力电池制造企业等合作伙伴的资源与能力,经营电动汽车换电业务,并

表 1 电动汽车换电设施运营模式比较

运营模式类型	所有权方	建设运营方式	盈利方式	优劣势分析
自建自营	电网企业	电网企业负责换电设施/网络的投资、建设、运营和维护	电网企业向电动汽车用户提供换电服务及其他增值服务	易占有市场主导权,但需要独立承担巨大的投资风险、技术风险、市场风险,以及换电设施运营维护过程中所面临的运营管理风险
租赁	电网企业	电网企业负责投资、建设和维护,租赁给用户使用	电网企业向用户提供换电设施租赁服务并承担维护工作	易推广电动汽车换电模式,满足市场对电动汽车换电设施的租赁需求,但需要承担先期的投资、建设风险,以及后期的合同、信用和管理风险
融资租赁	金融机构	金融机构负责投资、建设,电网企业负责融资中介和运行维护,由用户租赁使用	电网企业提供融资中介服务和换电设施运行维护服务	金融机构提供融资解决了换电设施建设资金问题,降低用户一次性支付压力,易于换电模式推广;电网企业只提供融资中介和运行维护,而不参与市场运营,不利于获取市场主导权
代维代管	政府	政府负责投资、建设,电网企业负责运维管理,政府公益运营	电网企业提供换电设施维护和管理服务	电网企业无需承担换电设施投资、市场和运营等风险,且对区域内的换电设施统一维护、管理和调度,对输配电网运行有利;但是电网企业不直接开展充换电业务运营,无法深入电动汽车市场,拓展电力价值链
	用户	用户负责投资、建设,电网企业负责运维管理,用户使用或运营		
委托第三方运营管理	电网企业	电网企业负责投资、建设,委托第三方专业机构负责运营、维护和管理	电网企业向第三方支付委托费用或者收益分成	电网企业对第三方专业机构的资质和能力要求较高,换电设施运营、维护和管理不善易给电网企业造成严重损失
承包加盟	电网企业	电网企业负责投资、建设、运维和管理,采用内部承包和社会加盟方式拓展业务网络	电网企业收取承包加盟费	吸引企业内部员工和社会团体、个人承包加盟并运营换电设施,易于短期内完善换电服务网络,但电网企业对承包加盟商的管理难度增加了,同时也增加了运营成本
合作运营	电网企业在内的多方	多方共同投资、建设、运营、维护和管理,充分整合各方的资源能力	合作共赢	共同投资共同参与,各方资源能力得到有机整合,可以实现电动汽车产业链良性运转和电动汽车市场快速发展,但对电网企业自身战略决策和市场主导权产生较大约束

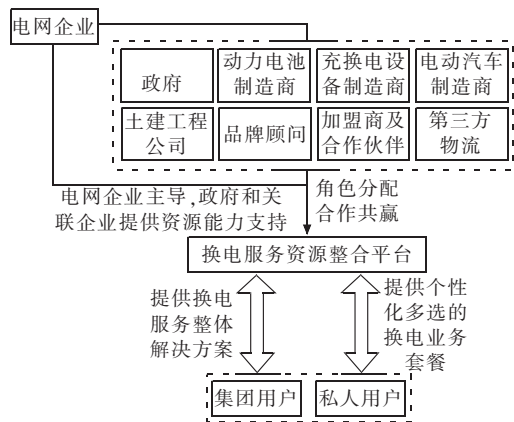


图1 电动汽车换电合作运营模式

提供与电动汽车和动力电池有关的衍生服务。

充换电设备制造企业向电网企业提供充换电设备和相关技术支持,承担充换电设备的定期维护、故障诊断及设备报废回收等工作;动力电池制造企业向电网企业提供指定的标准化动力电池及其组件,在动力电池及其组件报废后承担回收工作,并无偿为电网企业培训动力电池维护保养的专业人员等;第三方物流企业承担电网企业换电业务的动力电池配送及回收工作,包括向换电站、电池更换点和电动汽车用户定期、按需地配送及回收动力电池;合作伙伴和加盟商分担电网企业在换电业务经营初期存在的投资资金压力和运营风险,有利于加速组建规模化的充换电网络^[16];电动汽车制造企业在电动汽车换电接口、电能补给模式、电池箱与车体接入方式及推广换电模式上与电网企业展开合作,可推进电动汽车的普及,实现多方共赢。

图2和图3分别描述了集团用户和私人用户下电动汽车合作运营的业务系统。

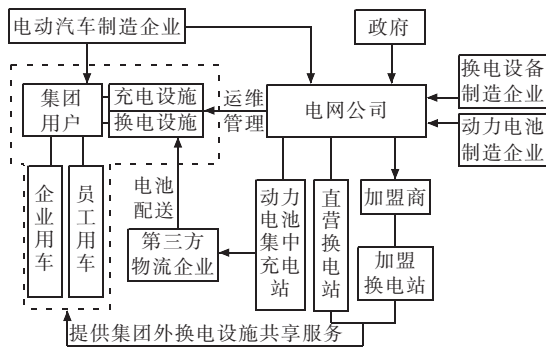


图2 基于集团用户的电动汽车运营业务系统

2.5 关键资源和能力

换电市场区别于电力市场,对具有竞争性的关键资源和能力要求不同。在换电市场内,换电服务作为电力价值链的延伸和服务业务的拓展,电网企业与直接竞争者相比,已经掌握了电力的输、配、售3个环节,拥有输配电网、技术资金、电力客户、品牌文化、营销服务、组织管理、技术研发等资源和能力,具备较强的竞争优势。但是在零售管理经验、终端销售服务网络资

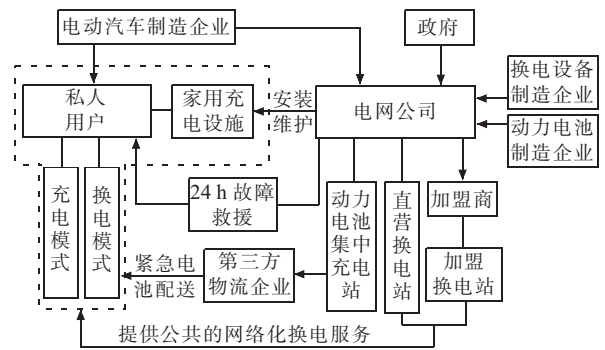


图3 基于私人用户的电动汽车运营业务系统

源、物流运输能力和动力电池维护保养技术等方面,电网企业则处于劣势。

每个企业的资源和能力都是有限的。电网企业利用上述资源和能力,尚不能有效控制充换电服务终端,在换电市场成为领先者。由于动力电池制造企业、充换电设备制造企业、电动汽车制造企业等占据着电动汽车产业价值链的不同环节,与电网企业在换电业务上不会形成直接的竞争关系,因此具有互利共赢的合作前景。同时,产业价值链外的企业、政府或个人也拥有电网企业缺少的、关键的资源和能力。与这些企业、个人或政府建立起良好的合作关系,对电网企业充换电业务的开展和推广十分必要。电网企业利益相关者的关键资源和能力见表2。

表2 利益相关者的关键资源和能力

利益相关者	关键资源和能力
动力电池制造企业	动力电池技术资源、动力电池生产研发能力、动力电池保养维护和回收能力等
电动汽车制造企业	电动汽车技术资源、电动汽车生产研发能力、营销能力、渠道资源、信息资源、品牌资源等
充换电设备制造企业	充换电设备技术资源、充换电设备制造研发能力、充换电设备维护和回收能力等
第三方物流企业	物流服务能力、物流管理能力、物流网络资源等
土建工程及设计公司	施工建设能力、维修改造能力、设计能力等
金融机构	融资能力、配置协调能力、货币资源等
品牌顾问	品牌策划能力、品牌管理能力、品牌宣传和推广能力等
加盟商	资金、服务、客户关系、区位优势、选址能力
政府	土地资源、融资担保、资金补助、产业制度引导、税费优惠政策等

2.6 盈利模式

盈利模式是以利益相关者划分的收入结构和成本结构,是换电市场利益分配格局中电网企业利益的具体表现。电网企业进入电动汽车换电市场,其盈利模式应根据已经明确的市场定位、业务系统和关键资源能力来设计和实施,并且紧随电网企业利益变化进行动态调整。当盈利模式彻底失效时,电网企业需要对充换电业务重新定位、重构业务系统以及重新整合关键资

源和能力等。盈利模式构建流程如图 4 所示。

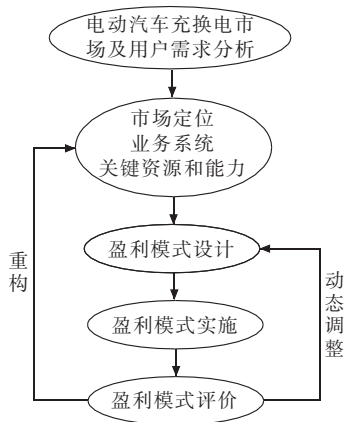


图 4 盈利模式构建流程

电网企业在换电市场中的业务分为主营业务和关联业务。

主营业务主要面向电动汽车集团用户和私人用户,提供安全、经济、便捷和专业的充换电服务。对于集团用户而言,电网企业为集团用户量身定制换电整体服务方案,针对其用车规律、路线、特殊服务要求及车辆类型等,承担集团用户所有电动车辆的能源补给、车辆及动力电池的维护保养和充电设施的安装检修等工作;对于私人用户而言,电网企业则向其提供多种换电业务套餐,由私人用户根据自身的消费偏好、经济能力、用车计划及习惯等选择。

关联业务作为主营业务的重要补充,要求电网企业能够准确把握电动汽车产业链利润及价值分布的特点,通过引入新的盈利点,拓宽盈利来源,降低只依靠换电服务获取收入的单一盈利模式下的市场竞争风险。关联业务既可以面向电动汽车用户,也可以面向与电网企业有市场合作关系的企业或加盟商。电网企业除了向电动汽车用户、合作企业和加盟商提供更多的增值服务来获取收益外,也可以通过延伸动力电池的使用价值拓展盈利空间。

主营业务是电网企业锁定电动汽车用户的基础。在面向电动汽车私人用户的充换电市场中,电网企业为争取和拥有广大的忠实的私人用户群,有效控制换电服务终端,向电动汽车私人用户提供的换电服务可能保持较低的盈利水平甚至不盈利,而其大部分的盈利则可能来自电动汽车集团用户和关联业务。

2.7 现金流结构

电网企业进入电动汽车换电市场,在换电基础服务设施和终端服务网络上需要大量的资金投入。换电基础服务设施是电网企业开展换电业务的前提,其先期固定投资巨大,包括土地资源、土建工程、换电设备、动力电池等,且固定投资会随着换电市场规模的扩大而继续增加;换电终端服务网络组建也需要大量的人

力、物力和财力投入,电网企业缺少零售管理经验和终端销售服务网络资源,除构建直营充换电服务网点外,引入合作伙伴和加盟商,整合社会资源和能力,不仅能加快换电服务网络的组建速度和覆盖范围,也能优化终端服务的网络资源,降低经营风险。

表 3 列出了电网企业与利益相关者之间关于换电业务的现金流入与流出的具体内容。

表 3 利益相关者之间的现金流入与流出

利益相关者	电网企业	
	现金流入	现金流出
动力电池制造企业	动力电池及其组件报废回收残值	购买动力电池及其组件费用、 电池保养专业人员培训费用
充换电设备制造 企业	充换电设备报 废回收残值	购买和维修充换电设备费用
政府	政策补贴资金和 土地使用权转让	换电业务运营税费支出
第三方 物流企业		换电业务收益分成或者 支付固定物流费用
土建工程及 设计公司		基础服务设施建设费用 及设计规划费用
加盟商及 合作伙伴	加盟费用或 者收益分成	
电动汽车 用户	换电费用和增 值服务费用等	V2G(vehicle-to-grid) 下的电能回购

2.8 企业价值

电网企业作为电网建设和运营维护的主体,其企业外部价值主要体现在社会价值、经济价值和环境价值三方面。电网企业积极参与电动汽车换电市场的开发和运营,能够凸显其外部价值。同时,在潜在的庞大的换电市场利益驱动下,电网企业利用拓展电力价值链的机遇,打造终端销售服务网络,改善零售管理能力,以此实现提升企业内部价值的目的。而且,换电市场作为电网企业运营管理体制改革的契机,也会促使电网企业加快在电力市场中的角色转变,对电网企业未来发展意义重大。

3 电网企业换电业务办理流程

电动汽车换电业务办理流程分为两种:第一种是针对电动汽车换电市场发展初期,由电网企业所主导(如图5所示);第二种是针对电动汽车换电市场成熟期,由电动汽车用户所主导(如图6所示)。由于换电业务涉及电动汽车和动力电池所有权与使用权的分离问题,所以包括电网企业在内的换电服务企业在换电业务开展上应与电动汽车制造企业及电动汽车 4S 店建立合作机制。

在第一种换电业务办理流程中,电网企业引入电动汽车体验环节,依靠电动汽车制造企业和电动汽车 4S 店的现有资源,组织电动汽车意向用户参与体验活动,以此提升换电模式的市场知晓度和认同度。在电网

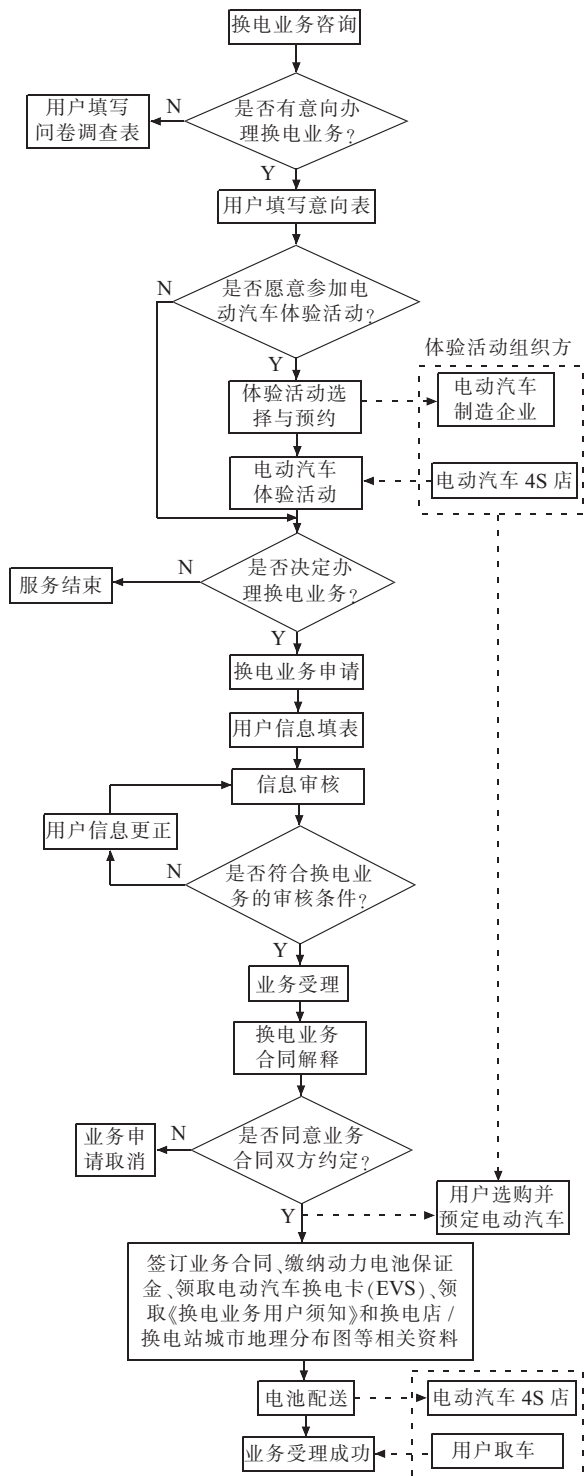


图5 换电业务办理流程之一

企业与电动汽车意向用户签订电池更换业务合同之后,电网企业会将动力电池配送至用户预定电动汽车的4S店中。但是,由于市场初期换电模式在电池技术、电池标准体系构建上存在问题,用户只能在电网企业主导下选择电动汽车品牌及车型,缺乏自主性。

对于第二种换电业务的办理流程,此时电动汽车市场电池更换模式的相关问题已经得到合理解决,换电市场中存在多方竞争关系。电动汽车用户可以自主选择电动汽车品牌和车型,在预定好电动汽车后,可以

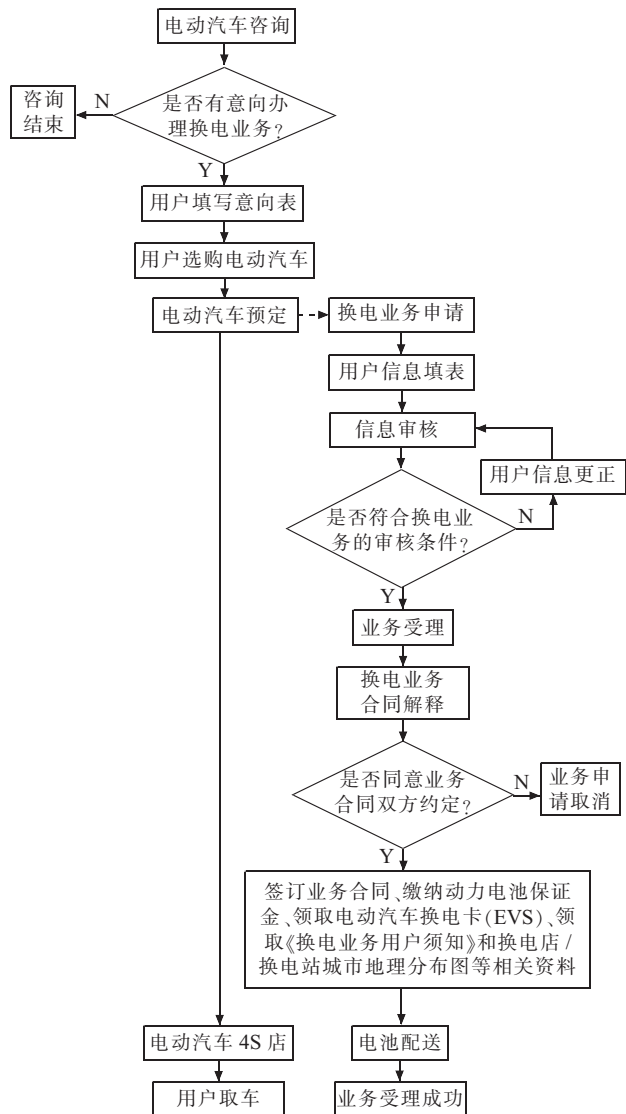


图6 换电业务办理流程之二

向包括电网企业在内的多家电动汽车换电服务商申请办理换电业务。在签订好业务合同后,换电服务商同样会将动力电池配送至用户预定电动汽车的4S店中进行安装。

4 结束语

换电模式是电动汽车能源补给的主要模式之一,在电动汽车市场发展初期,应用和推广这种模式面临着标准体系和市场协同机制不健全、基础服务设施建设滞后、电池技术制约及初期投资运营管理成本较高等诸多难题。而且,能否有效解决这些难题,会对电网企业换电业务商业运营模式的效能产生长远影响。

文中从市场定位、业务系统、关键资源能力、盈利模式、现金流结构和企业价值6个方面分析了电网企业参与运营电动汽车换电市场的商业模式,对电动汽车私人用户参与的换电模式下的业务办理流程进行了探讨,这些都可以为涉入充换电市场的电网企业提供运营和管理思路。同时,在细分电动汽车用户和多点盈

利的市场发展趋势下,电网企业如何发挥优势资源和能力来获取电动汽车充换电市场持久的竞争力和控制力,则是未来研究的重点。

参考文献:

- [1] 马银山. 电动汽车充电技术及运营知识问答[M]. 北京: 中国电力出版社, 2012: 145-146.
- [2] 张文亮, 武 斌, 李武峰, 等. 我国纯电动汽车的发展方向及能源供给模式的探讨[J]. 电网技术, 2009, 33(4): 1-5.
- [3] 陈良亮, 张 浩, 倪 峰, 等. 电动汽车能源供给设施建设现状与发展探讨[J]. 电力系统自动化, 2011, 35(14): 11-16.
- [4] 高赐威, 吴 茜. 电动汽车换电模式研究综述[J]. 电网技术, 2013, 37(4): 891-897.
- [5] 李立理, 张义斌, 周原冰, 等. 我国发展电动汽车充电基础设施若干问题分析[J]. 能源技术经济, 2011, 23(1): 6-10.
- [6] 周逢权, 连湛伟, 王晓雷, 等. 电动汽车充电站运营模式探析[J]. 电力系统保护与控制, 2010, 38(21): 63-66.
- [7] 曾 鸣, 薛 松, 刘宏志, 等. 我国区域电动汽车运营模式及其最优并网规模规划模型[J]. 电网技术, 2012, 36(6): 175-180.
- [8] 许文超, 牛 涛, 颜淋丽, 等. 电动汽车充电站需求影响因素及预测方法[J]. 江苏电机工程, 2011, 30(3): 41-43.
- [9] 薛 飞, 雷宪章, 张野飏, 等. 基于物联网的电动汽车智能充换电服务网络电池管理[J]. 电力系统自动化, 2012, 36(21): 41-45.
- [10] 苗逸群, 江全元, 曹一家. 基于微电网的电动汽车换电站运营策略[J]. 电力系统自动化, 2012, 36(15): 33-38.

- [11] 魏 炜, 朱武祥. 发现商业模式[M]. 北京: 机械工业出版社, 2012: 59-61.
- [12] 魏 炜, 朱武祥, 林桂平. 商业模式的经济解释[M]. 北京: 机械工业出版社, 2012: 51-54.
- [13] 魏 炜, 朱武祥. 重构商业模式[M]. 北京: 机械工业出版社, 2012: 19-24.
- [14] 赵 宇, 张月璐. 电动汽车充电服务的商业模式浅析[J]. 华东电力, 2011, 39(10): 1596-1598.
- [15] 刘 立, 曲晓飞. 基于价值创新的企业商业模式研究[J]. 技术经济, 2010, 29(11): 37-40.
- [16] 刘 芳, 刘 畅. 加盟连锁方式布局电动汽车充电站网络的探讨[J]. 电力需求侧管理, 2012(5): 42-43.

作者简介:

杨永标(1978), 男, 江苏南通人, 高级工程师, 从事智能用电、电力需求侧与智能能源管理、电动汽车运营模式工作;
黄 莉(1985), 女, 江苏徐州人, 工程师, 从事智能用电、电力需求侧与智能能源管理工作;
徐石明(1967), 男, 江苏苏州人, 研究员级高级工程师, 从事智能用电、电动汽车、需求侧管理等工作;
卫志农(1962), 男, 江苏江阴人, 教授, 博士生导师, 从事电力系统运行分析与控制、输配电系统自动化等研究;
孙国强(1978), 男, 江苏江阴人, 副教授, 研究生导师, 从事电力系统运行分析与控制研究;
王 冬(1985), 男, 山东济南人, 工程师, 从事智能用电、电力需求侧与智能能源管理工作。

A Discussion on Battery-swapping Commercial Mode of Electric Vehicles

YANG Yongbiao¹, HUANG Li¹, XU Shiming¹, WEI Zhinong², SUN Guoqiang², WANG Dong²

(1. NARI Technology Development Co. Ltd., Nanjing, 211102, China; 2. Hohai University, Nanjing 211106, China)

Abstract: The research and innovation of the commercial mode of electric vehicle is an effective way of solving electric vehicle industrial problems. As the charging and battery-swapping business of electric vehicle is being treated as the extension of the value chain of power grid enterprises, participation of power grid enterprises will promote the development of electric vehicle industry greatly. In this paper, the co-operating mode of battery-swapping business of power grid enterprises is analyzed based on the theory of Wei-Zhu six elements commercial mode. The analysis includes six aspects, namely market position, business system, key resources and capabilities, profit pattern, structure of cash flow and enterprise value. Then the business system and profit pattern are researched in detail. Finally, this paper discusses the transaction processes of battery-swapping business that power grid enterprises provide to electric vehicle private users.

Key words: electric vehicles; commercial mode; battery-swapping business; power grid enterprises

(上接第 18 页)

Prevention of Pitot Tube Blocked With Compressed Air

LING Yun¹, WANG Ming², SHE Guojin², GAO Chengming²

(1. Jiangsu Nanre Power Generation Co. Ltd., Nanjing 210035, China;

2. Jiangsu Frontier Electrical Technology Co. Ltd., Nanjing 211102, China)

Abstract: A Pitot anti-blocking device is developed, based on detailed analysis on blocking causes of Pitot velocity measuring device installed on the outlet of the limestone-gypsum flue gas desulfurization system in coal-fired power plants. The device is blown with power plant instrument compressed air, and uses Siemens S7-200 PLC to achieve timing control. Results show that the device can effectively reduce the blocking issues encountered in Pitot velocity measuring device.

Key words: pitot tube; PLC; compressed air