

“互联网+”下全球电动交通互联网与泛电动汽车充电网络模型

“互联网+”格局下，电动汽车的广泛应用带动了全球电动交通互联网的发展，形成了交通、能源、信息和服务深度耦合的集成系统，成为全球交通互联网的重要基础。作为充电单元的泛电动汽车在销售量和品牌建设方面已经形成规模，并取得一定成绩。特斯拉电动汽车的商业模式、工程特点以及互联网思维，引领泛电动汽车平台的创新。给出“互联网+”模式下的电动汽车充电网络模型，提炼全球充电网络算法，分析全球交通互联下泛电动汽车平台的综合效益。

魏晓霞/国网能源研究院



魏晓霞/高级工程师

“互联网+”思维已经进入多种领域，将互联网与传统行业相结合实现智能化和人性化，已经成为更新人们生活的创新目标。金融危机引发的“美国底特律汽车城破产事件”瓦解了传统汽车行业，以特斯拉为代表的互联网形态电动汽车的出现，颠覆了传统汽车行业，也解决了石油资源日趋枯竭和大气污染的问题，实现了节能减排的目标，同时加快了全球交通互联格局的形成。由于“互联网+”思维的引领，未来能源、交通和工业等行业将会实现互联网连接，形成统一、互通的整体。

美国特斯拉开启汽车行业的新方向，引领电动汽车的行业先锋，带给人们全新的驾驶理念，奠定全球交通互联网的基础，特斯拉无疑是将汽车与互联网信息系统进行高效融合的开创者，超级充电服务通过互联网为家庭、社会和政府提供智能化服务，特斯拉的规划和设计方案已经逐步在欧美国家初步实现，类似的充电服务仍需要邀请更多的利益相关方参与进来，以便扩大超级充

电服务的业务领域，未来还会涉及可再生能源、智能电网、工业监测以及市场交易等行业，并通过互联网和控制系统进行综合性、系统性调解，实现全球电动汽车充电的网络化、智能化。

全球电动汽车充电网络将是全球交通互联网的重要基础，而当前电动汽车无法大范围普及的最大问题就是充电，各国对电动汽车的接受程度略有不同，欧美国家对充电服务的接受力度较大，中国则经历了一段博弈时期，2014年中国放开了电动汽车充电桩的投资，由于建设审批等种种原因，充电桩的业务仍在原地徘徊。以特斯拉为代表的各种品牌电动汽车，如果能够以自身为单元进入全球交通互联网构架，还需要得到各行业泛互联网化的推进与配合。

全球交通互联网

全球交通互联网是一个将全球交通、能源、信息和服务深度耦合的集成系统，这个系统将综合各个产业，并使其相互渗透、交叉交错，同时延伸至互联网、大数据、云计算、物联网、智能以及智慧社区等各个领域。目前全球交通互联网相关的技术、标准、产业、应用和服务还处于起步阶段，在互联网和大数据的推动下，未来世界将呈现出万物互联、人与车相联、车与机器相联以及车与互联网相联的格局。

全球交通互联网以交通、信息和能源三方面为基础，其内部最重要的组织单元即为电动汽车单元，所形成的泛电

关键词/Keywords

电动汽车·
电池·
互联网+·
特斯拉·

电动汽车平台冲破了传统势力汽车行业，泛电动汽车未来具有无人驾驶、无线电能、变体匹配、自由升级、全程控制、可飞行、可水行、管道化、智能化、云端化、数据化、零伤亡、零排放和零妥协的特点，是一套完整的生态系统，颠覆了人们对汽车的传统认知，将进一步发展成为没有轮子的汽车、全球化的联网以及泛电动的高速公路。

全球电动汽车充电网属于全球交通互联网的基础平台。全球电动汽车充电联网的发展外延趋势，将实现借助外部资源贯穿并涵盖人类生活全态，包括手机、汽车、可穿戴、智能家居、智能医疗、机器人、3D打印机、智造厂和自媒体等方面。同时将形成一个泛电动、全连接和全智能的电动汽车互联网，通过能源、交通、信息、通信、机器人和智能家居等新技术的全面融合，形成以泛平台汽车为载体的各要素互联与系统集成，其整体示意图如图1所示。

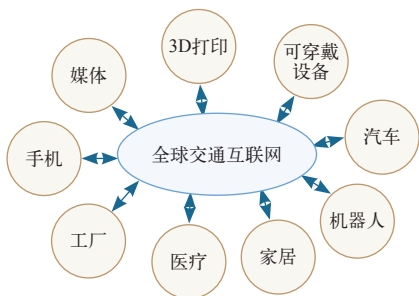


图1 全球交通互联网的整体示意图

电动汽车充电网催生的泛电动汽车，将成为新的移动平台，以特斯拉为代表的电动汽车不再是一个简单的模式、方法和产品，而是将整个交通网、信息网、能源网、物联网及务联网的所有环节综合连接，构成一个生态客户端。该生态客户端进一步延伸关联汽车的配套平台，包括可再生能源充电系统、电网、气象预测、通信、服务以及人们生活的所有配套设施，形成涵盖更加广泛的生态系统。交通互联化、智能化发展，使泛电动汽车更加安全、灵活、互动和互适。互联网、云计算和大数据等数据理念在泛电动汽车发展中的应用将贯穿整个生态系统。泛电动汽车平台示意图如图2所示。

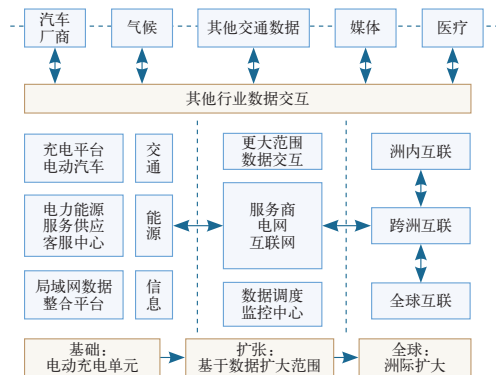


图2 泛电动汽车平台示意图

泛电动汽车推动产业革新

泛电动汽车突破了传统的汽车领域，将互联网思维注入汽车，并将所有的智能终端、集成操作系统、大数据、通信、导航和服务等资源进行整合，通过互联网放射状的思维模式，形成一种全新的生态系统。这种新型生态系统不仅是交通载体，也是人类未来生活的入口、接口和出口。

电动汽车市场的快速发展催生了泛电动汽车，以特斯拉为代表的电动汽车深入激发产业革新：

1) 汽车互联网化革新。在“互联网+”的形态下，特斯拉的出现突破传统汽车束缚，利用互联网信息终端与车体结合形成交通终端，将信息互联的思维植入汽车，与其他数据平台融合，用户方便得到路况信息，调控生活状态，互联网思维奠定整体行业革新。

2) 电池设计革新。特斯拉使用松下生产的8 000节松下18650电池，其成本低且安全，若电池单元出现热失控，因其容量较小，不易影响到周围的电池单元。特斯拉配备了比单枪充电快1倍的双枪充电技术，充电1 h可行驶99 km，解决了用户长途出行的充电困扰。

3) 商业模式革新。特斯拉与苹果公司iPhone在品牌定位策略上较为一致，特斯拉的品牌定位是高级电动车，以新能源、新体验、极简和凝练的价值取向取得了以高级自由职业者等文化和商务群体为代表的消费者群体。特斯拉的主流高级车型改变了传统汽车发展思维定位，也改变了原有的产业生态。特斯拉引入最流行的直营模式，让消

费者享受到快销品的购物体验、便捷交易与价值。

“互联网+”模式下的电动汽车充电网络模型

“互联网+”格局下的电动汽车充电网络，是将互联网理念融入交通系统，并将全球交通互联网分解为不同区域、不同单元，从电能生产、电能输送和电网企业传输到电力零售商，通过充电单元、超级充电站、区域充电网和全球充电网实现充电网络互联，其网络如图3所示。

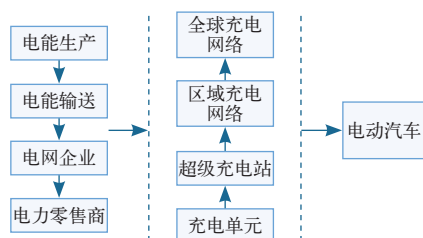


图3 电动汽车充电网络

1. 充电单元

目前，电动汽车充电单元的电能供给模式分为快速（直流）充电、慢速（交流）充电和快速换电。未来各种电动汽车的充电方式将从分散、分型发展到集中、标准。2014年特斯拉开放电动汽车专利，意在促进电动汽车统一充电模式，推动充电单元实现系统统一、端口统一，能源来源更加多元，新能源会逐渐取代化石能源，实现能源的可持续发展和清洁化。充电单元可以分散布局在家庭、商业、公路和加油站等不同环境。

2. 超级充电站

超级充电站将综合所有的充电模式，并结合生活服务配套，依据地理位置、生活需求以及城市集散程度配置不同规模的充电站，这些超级充电站位于路边、餐厅、咖啡厅和购物中心的附近，方便用户同时进行充电、吃饭、购物、休息和娱乐。特斯拉在美国的超级充电网络横跨美国东西海岸，从洛杉矶经过新墨西哥州、南达科塔和威斯康星延伸至纽约。2014年，特斯拉超级充电站覆盖美国80%的人口，2015年实现98%，同时延伸到加拿大部分地区。如果延续克隆特斯拉建设超级充电站的模式，超级充电站在城市内很

容易实现；在电动汽车合理充电里程内，可增设高速路沿线充电桩。

3. 区域充电网络

将充电网络按郊区、农村、高速公路、国道以及一线、二线和三线城市进行划分。考虑电动汽车在一线城市率先发展，因此在一线城市应配置较为充裕的电动汽车充电设施；在配制各等级城市电动汽车充电配套的同时，考虑在形成一定规模的城市之间建设覆盖城际间高速公路、国道和省道等交通干线的充电设施，满足电动汽车城际交通需求。电动汽车区域充电网络模型，需要考虑充换电网络服务能力、单站服务能力、最大服务半径和平均服务半径等方面。从对规划方案进行技术评价的需要考虑，更加侧重服务能力的整体满足程度，主要以充换电网络服务能力和服务半径两方面作为评价指标。

在预测电动汽车推广应用数量的前提下，计算充换电服务能力需求，作为规划充换电设施数量和结构等方案的依据。电动汽车充换电服务主要分为充换电站、配送站和集中充电站三类。其中充换电站的正常运行考虑全时段充电，每3~4 h 充电一轮，充电机每天最大工作循环5个轮次。充换电站规模一般采用100充电格位、200充电格位和400充电格位，最大日服务能力分别为125车次/天、250车次/天和500车次/天。配送站的平均规模是80组电池，每天接受4轮次配送，接受320箱电，最大日服务能力80车次/天。集中充电站按照3 000充电机格位数规模建设，每天充电最多2轮次，可提供6 000箱充满的电池，最大日服务能力1 500车次。一个集中站可配套大约20~25座配送站。

充换电设施单站最大服务能力取利用系数后，得出单站服务能力。进行充换电网络规划设计时，充换电设施的总规模决定了其服务能力，同时还应考虑与网络发展水平相应的全网利用系数。

$$N = C\alpha\beta\rho R_{\max} \quad (1)$$

式中， N 为单个区域的充电服务能力，车次/天； C 为单个区域的最大服务能力，车次/天； α 为单个区域的利用系数，取0~1； β 为该区域在全网的利用系数，取0~1； ρ 为该区域的电力供应系数，

取0~1(受区域能源、电力供应和经济结构的影响); $R_{\max}$ 为该区域的充电网络最大服务半径, km。

充换电站的服务半径必须满足电动汽车续航能力的要求。当充换电站服务半径太大时, 不利于保障其习惯的换电里程, 甚至可能导致电动汽车的停运; 当充换电站服务半径过小时, 因充换电站分布过于集中, 会造成资源的浪费。

充换电站网络最大服务半径, 即指计算规划区内用户在任意一点到最近充换站的距离, 选择区域内所有点到最近充换站距离的最大值作为城市充换电网络的最大服务半径。一般设定的最大服务半径为

$$d \leq R_{\max} \leq d_{LC} \quad (2)$$

式中, d 为汽车标点到充电站的最短距离, km; d_{LC} 为电动车的行驶里程, km。

城市公共加油站的服务半径一般宜为0.9~1.2 km, 在城区内繁华商业中心服务半径一般控制在1.5 km以上。电动汽车充换电设施的服务能力与半径应满足需要和规范要求, 可表示为

$$R = \sqrt{3.14S/n} \quad (3)$$

式中, R 为平均服务半径, km; S 为区域面积, km^2 ; n 为充换电设施的数量。

4. 全球充电网络联网

全球电动车互联的基础是充电网络互联, 在区域充电网络模型的基础上, 对所有区域网络进行拟合叠加, 形成全球充电网络格局, 通过模型的叠加得到

$$N_a = \sum_{i=1}^n (C_i \alpha_i \beta_i \rho_i R_{i\max}) \quad (4)$$

全球交通互联下泛电动汽车平台综合效益

1. 经济效益

1) 低碳效益。电动汽车的广泛应用可降低煤、石油和天然气等碳基能源的消耗, 有利于节能减排, 减轻大气污染、酸雨和雾霾等环境问题。电动车的全球互联网化通过对电动汽车终端的高效调配, 并通过“互联网+交通”实现电动汽车与交通管制、天气预报和能源综合调配等辅

助业务连接, 对电动汽车的充电、医疗、休息服务及行车路线的规划都有很高的提前预估和调动功能, 最为重点关注的就是充电系统对电动汽车的智能支撑, 实现电动汽车使用过程的低碳化发展。

2) 产业带动效益。电动汽车的发展不仅带动电池产业, 也使电动机技术上、中和下游获得提升。电池、电动机与控制系统占电动车总成本6成以上, 考虑关键领域占整个电动车价格的比重来看, 电池比重约占33%~50%、动力系统约占17%~25%、车用电子约占8%~13%, 可以看出电动汽车的产业拉动作用。电动汽车互联网化可以逐步扩大产业的布局空间, 进一步带动外生上下游产业, 如服务、物流和通信等行业的高速配备化、人性化。

3) 充电站收益。以特斯拉充电站为例, 每个充电桩的造价大概在10万~17.5万美元之间, 多半的资金用于地基重塑。位置多处于餐馆、商场等停车场所, 这些充电设施的运作过程还会取得一定收益。200座特斯拉充电桩的建设, 只需要2 000万~3 000万美元, 每座超级充电桩的成本配备太阳能板, 全部超级充电桩的建设费用最多不会超过6 000万美元, 而且大部分的超级充电桩的造价最后都会填补到汽车制造成本中。对于充电站的收益而言, 如果采用太阳能等可再生能源作为电力来源, 充电站达到投资回收期后得到的收益将完全成为利润, 如果进一步考虑大容量储能设备的投入, 充电站整体服务水平将获得提升, 充电站的收益也将快速提升, 未来充电站的投资成本回收期将会逐渐缩短, 特斯拉类充电站的边际效益进一步显现。

4) 充电站联网效益。未来电动汽车充电桩如果采用太阳能等清洁能源, 可以将充电桩连接到电网进行智能化调控, 方便其他用户使用, 所带来的联网效益也很突出。这种类似间歇性分布式能源的充电设备, 可以通过电网互联实现功能互补, 提高能源利用率。

2. 能源效益

1) 石油替代效益。电动汽车的发展有助于绕开石油资源, 电动汽车将发挥重要的石油替

代效益,如普锐斯综合工况油耗4.7 L/100 km,和1辆排量1.6 L油耗9 L/100 km的汽油车相比,每100 km普锐斯可节油4.3 L。根据国务院发展研究中心发布的数据,预计到2020年我国机动车需要消耗2.56亿t石油,占当年全国石油总需求的57%。如果大力采用电动汽车,则预计到2020年我国汽车保有量将达到1.4亿辆,可节省3 229万t石油;到2030年,可节约7 306万t石油。

2) 节能减排效益。电动汽车节能减排的效益需要从车辆制造、电能利用和车辆使用三方面分析。对于制造环节,电动汽车在使用过程中排放优于传统燃油汽车,但其制造过程的总体能耗暂时高于燃油汽车,未来随着电池等技术的进步和优化,电动汽车制造过程的排放将逐渐降低;对于电能利用环节,电动汽车能源利用效率优于传统汽车,可高效利用可再生能源并平衡多种能源资源配置;对于使用环节,电动汽车实现零排放,而传统燃油汽车的尾气排放约占当前社会总排放的65%,相应的制造过程、燃料开采过程和维护回收过程的排放比分别为16%、17%和2%。

3. 环境效益

1) 常规污染物减排效益。传统汽车排放的 NO_x 和PM超过90%,HC和CO超过70%,是大气污染物的主要来源。其中,柴油车排放的 NO_x 和PM分别接近总排放量的70%与90%,汽油车CO和HC的排放量超过总排量的70%,而电动汽车则没有任何常规污染物的排放。

2) CO_2 排放效益。根据美国环境保护署数据, CO_2 排放总量的17%来自传统汽车尾气。因此,降低 CO_2 排放量的重点在于减少汽车尾气排放。电动汽车的电能来源过程有可能产生大量的 CO_2 ,但如果综合利用清洁能源,降低电能来源侧 CO_2 排放,并通过充电网互联,对电能来源进行综合配置,优先使用清洁能源,将有利于降低 CO_2 排放。

结束语

全球电动交通互联网以交通、信息和能源三

方面为基础,突破了传统交通的模式,是“互联网+”发展的新方向,而与之相适应的泛电动汽车则是这个网络中的关注重点,从能源利用、环境保护和产业革命等不同的角度来看,电动汽车正在改变人类的生活方式。电动汽车使用过程中的充电问题逐渐成为关注的焦点,给出了超级充电站、区域充电网络和全球充电网络的模型,并对全球交通互联下泛电动汽车平台综合效益进行分析,其带来的经济效益、能源效益和环境效益巨大,对未来电动汽车的发展和清洁能源利用具有很大的促进和带动作用。

参考文献

- [1] 久陵.从特斯拉电动车看中国新能源汽车[J].汽车与配件,2013:11-13.
- [2] 林远.特斯拉:新能源汽车的高大上营销路[N].经济参考报,2014-03-21(3).
- [3] 陈司星.特斯拉:神话背后的理性[J].国企,2014(4):88-93.
- [4] 赵超霖.特斯拉撬动电动汽车市场PE是重要推动力量[N].中国经济导报,2014-02-27(3).
- [5] 魏哲林.电动汽车的环境效益评估[J].电力与能源,2013(3):231-238.
- [6] 杨宏辉.米其林“绿皮书”提出应对对交通挑战五大变革措施[J].中国橡胶,2014(23):22-23.
- [7] 方玲.基于成本-效益分析视角的我国新能源汽车产业发展策略研究[D].长沙:中南大学,2013.
- [8] 张晨曦.电动汽车入网技术及社会综合效益研究[D].杭州:浙江大学,2013.
- [9] 王骏海.电动汽车充换电网络规划的技术经济评价研究[D].保定:华北电力大学,2014.
- [10] 张伟华.电动汽车充换电服务网络构成研究[D].保定:华北电力大学,2012.
- [11] 王建.电动汽车充电对电网的影响及有序充电研究[D].济南:山东大学,2013.
- [12] 魏丹,刘莘昱.电动汽车环境效益比较分析研究[J].河南电力,2009(4):4-6.

(收稿日期:2015-04-15) EA