

电动汽车充电对电网经济性影响及其评估方法研究

蒋义然¹ 吴 辉² 刘 强¹

(1. 保定理工学院 河北保定 071000; 2. 三一石油装备有限公司 北京 100000)

【摘要】 随着现代化城市的进一步发展,关于能源资源的矛盾日益突出。当前为更好地应对全球气候变化,打造节能减排的新型发展模式,电动汽车应运而生。电动汽车虽然不需要使用一次性能源资源,但是其对于电力系统提出了较高的要求。如何做好电动汽车充电工作成为制约电动汽车扩大规模发展的重要课题。本文从电动汽车充电现状入手,探索电动汽车充电对电网经济性的影响情况以及影响指标,最后以此为依据,提出电动汽车充电形式的优化创新措施。

【关键词】 电动汽车充电;电网经济性;影响机制;评估方法

DOI:10.18686/jyxx.v2i11.38389

伴随着电动汽车相关科学技术的发展,当前常见的电动汽车种类有纯电动汽车、混合动力汽车、燃料电池汽车等。不同的电动汽车所采用的充电模式不同,给社会外界带来的影响也不同。但是归根究底推动电动汽车发展是我国能源安全管理的重要尝试和探索。在电动汽车的规模化发展成为必然趋势的当下,也需要关注电动汽车在发展过程中所面临的挑战。电动汽车的推广与供电系统的发展具有密切关系,因此探索电动汽车充电同电网经济性的相关性成为下文的研究内容,具体如下所示^[1]。

1 电动汽车充电模式以及电网经济性分析

1.1 电动汽车充电模式

不同的电池设备、不同的控制方式等都会影响电动汽车的充电负荷,使得电动汽车在时空上充电负荷呈现出不同的特点。而电动汽车的充电负荷特征情况也会给电网系统带来一定的影响。例如,电动汽车充电的时间较短,但是次数较为频繁,这无疑给电网系统的正常运行带来新的压力和挑战。对此,国内外都加快了对电动汽车充电模式的研究,当前常用的电动汽车充电负荷建模计算主要有两种模式。一是基于出行需求的计算方式。电动汽车旨在替代传统汽车满足用户的多样化出行需求,因此假设电动汽车能够完全替代传统汽车的出行特征,可以利用用户出行特征统计数据,借助确定分析法、monte carlo 模拟法等来确定各个时间段充电负荷的期望值,由此取得电动汽车在不同时间段上的充电负荷,以此研究其对电网的经济性影响。二是基于充电站充电负荷概率分析计算法。电动汽车充电需要搭建起专业的充电站,实现电网系统同电动汽车的有效连接。因此从抵达充电站的电动汽车数量和充电所需功率需求来完成对充电负荷的分析,该计算方式能够满足电动汽车充电负荷在空间上的分布特征^[2]。充电站充电负荷概率的建模分析主要以充电速率同第 i 辆电动汽车电池容量同充电效率之间的比值来体现。表示为: $p_i = \frac{q_c E_i}{n_c}$ 。而电动汽车充电时长、电池荷电模式以及充电速率等可以用下面公式中的算法计算得到。其中, SOC^{Need} 表示汽车下一行程所需的电池电量。通过此来计算得到电动汽车的充电负荷建模计算,为其对电网带来的影响提供基础数据支持。

$$t_i^{Need} = \frac{SOC^{Need} - SOC_i}{q_c}$$

$$SOC_i = \begin{cases} SOC_i^0 - \frac{d}{D_i^{max}} \times 100\% SOC_i^0 - \frac{d}{D_i^{max}} > 0.1 \\ 10\% SOC_i^0 - \frac{d}{D_i^{max}} < 0.1 \end{cases}$$

$$D_i^{max} = E_i / Q_i$$

1.2 电网经济性

经济评价是工程项目经济评价的组成部分,其主要是通过技术经济比较,将最优化的技术方案进行国民经济评价、财务评价及不确定性评价。电网经济性主要是指如何合理地展开电网规划,寻求更多的社会效益,为电力公司获得经济效益。可以说,电网经济性评价是电力系统优化改革的重要参考指标。不同行业的经济收益的计算方式不同,而电网收益主要是通过售电收益来实现的,在电网规划中售电量同用户的用电负荷以及最大负荷利用时间呈正相关,同时电网的架构、设备容量影响下的电网供电能力,也直接影响电网在一年内最大预期售电量。总之,影响电网经济性的参数有电网供电能力,电网供电可靠性以及电网线损情况。

2 电动汽车充电对电网经济性的影响

电动汽车充电需要大规模接入电网进行充电,这不可避免地会对电网的供电可靠性、供电总能力等带来影响。更重要的是电动汽车作为一种新型的、大容量负荷的“用电用户”,其对电网系统的各种设备型号、设备容量提出了更高的要求^[3]。因此随着电动汽车充电模式的进一步发展,其对电网经济性带来的影响也越来越明显。

2.1 电动汽车充电对电网供电能力的影响

电网系统的供电能力是通过前期的规划设计完成的,而当电动汽车充电负荷接入电网之后,电动汽车在时空上的不确定性对配电网既有的规划提出新的要求。这直接影响到电网供电能力水平。例如,电动汽车充电站在定址、充电需求分布等方面的不同,要求该区域的电网系统规划设计也呈现出不同的特点,实现最大预测负荷的重新计算。

2.2 电动汽车充电对电网线损的影响

在配电网经济运行管理中,电动汽车充电接入后,由于电动汽车充电具有大容量负荷的特点,因此其对电网网络损耗较大,对电网中的相关设备设施也会带来较大的影响。例如,当一定规模的电动汽车接入到电网中,无序和有序的充电条件下该负荷对电网带来的损耗较大。通过仿真实验还可以发现,一定的电动汽车充电控制策略能够

减少电网线损情况,改善配电网网络负荷曲线,减少可能引起的配电网网损。

3 电动汽车充电对电网经济性的评估方法分析

电动汽车充电对电网经济性的影响是从多个方面、多个指标中表现出来的,当前为缓解电动汽车充电地电网经济性的消极影响,其势必要构建起影响评估体系,如此才能够对症下药减少电动汽车充电所带来的消极影响。因此在搭建评估体系中,本文基于电动汽车充电建设、电动汽车充电负荷等系数情况,完成对电动汽车充电对电网经济性影响评估指标构建以及指标量化处理。

3.1 电动汽车充电对电网经济性评估体系构建

上文提到电动汽车对电网经济性的影响主要体现在充电负荷对电网供电带来新的需求和压力作用,继而产生为电网系统带来新的经济和社会变化。因此在搭建经济性评估体系时,需要充分考虑到以下几个特点。①充分考虑电动汽车充电对电网整体经济效益带来的影响。虽然电动汽车新的充电负荷需求给电网供电带来了更高的要求,需要电网完成配电网基础设施的重新建设。但是在衡量电网经济性影响时,需要充分考虑到电动汽车在用电低谷期的用电需求,能够满足对电网调峰、调频作用,降低可再生能源的消纳成本。从长远上来看,可以为电网带来经济收益;②以货币化指标来完成经济性分析。可以说电动汽车充电对电网经济性的影响既有直接影响也有间接影响,在完成对经济性影响评估体系建设时,要求能够运用货币性指标来表征电网各项成本投入和收益,由此来判断电动汽车充电活动所带来的经济性影响结果;③考虑电动汽车不同充电模式对电网经济性的影响情况。在完成对电动汽车充电对电网经济性的影响研究中,不能够以一种充电负荷模式为例,而是要将电动汽车有序充电和无序充电模式都考虑归纳进去。例如,电动汽车无序充电会显著增加电网负荷峰值,导致新增基础设施实际利用率和经济效益不高。而有序充电模式则可以进一步提高存量设施的利用潜力,提高电网经济效益。基于上述三个维度的经济性评估指标,构建如图1所示的电动汽车充电对电网经济性的影响框架。

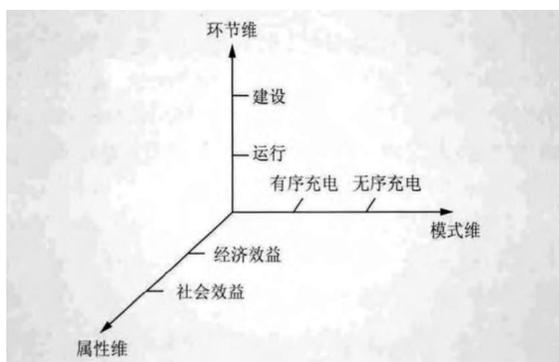


图1 总体影响框架

3.2 电动汽车充电对电网经济性评估体系指标量化处理

(1)建设经济性指标量化。建设经济性指标主要是指电动汽车充电要求下电网完成对新的基础设施建设和规划相关因素,如配电网扩容、调峰电源扩容、充电设施建设等。配电网扩容可以实现削峰填谷为电网带来全新的经济效益。一般充电桩需要接入0.4kV的电网,其成本投入为 $(\eta_{0.4} \cdot C_{0.4} + \eta_{10} \cdot C_{10} + \eta_{110-35} \cdot C_{110-35}) \cdot \Delta P^{[5]}$ 。其中 $\eta_{0.4}$ 、 η_{10} 、 η_{110-35} 为电动汽车充电负荷增长在各级配电网中的传导系数。假设电动汽车充电带来的负荷增长同其在各个电压等级上所需要的比例扩容相当,则成本直接参考该区域配电网建设的造价水平获得。另外建设的经济指标还体现在电动汽车的充电设施建设中。不同的电动汽车充电模式需要的交流桩和直流桩之间的配置系数是不同的,一般情况下是 $\epsilon : 1$,在这一标准配置下可以完成对电动汽车充电总需求以及对配电网消耗总量的经济性计算。充电设施建设所需要的经济投入为下列所示。

$$C_{建设,充电设施} = \frac{\sigma Q_{总充电需求}}{365(1+\epsilon)} \times \left(\frac{\epsilon C_{交流}}{T_{交流}} + \frac{C_{直流}}{T_{直流}} \right)$$

(2)运行经济性指标量化。电动汽车充电运行是长期性综合性的工程,其对电网经济性的影响也是长期的。因此在探索电动汽车充电运行带来的经济性指标影响时,需要从充电服务收入指标、运行维护费用指标以及供电质量及网损指标入手。运行经济性主要是通过充电服务收入系数、运行维护系数以及供电质量和网损三个指标的权比量化实现。充电服务收入等于使用费、电费以及政府补贴总和;运行维护费用等于购电费和运维费的总和,而网损则等于 $\Delta \sigma_{EV}^2 \cdot Q_{Loss} \cdot P_{电价}$ 组成。以供电质量及网损指标量化为例,其主要是采用负荷波动方差来估算网损的实际情况。网损等于电动汽车充电下引起的负荷波动方差变化值同当年度网损电量和电价之间的乘积。

(3)社会经济性指标量化。电网经济性评估包含着电网系统所带来的社会效益,这是电网的长远经济性。因此在影响性评估计算过程中,要求将各种污染物和温室气体市场交易价格,进行电动汽车充电所带来的减排量的计算。

作者简介:蒋义然(1981.11—),女,河北保定人,硕士,讲师,研究方向:电气工程。

基金项目:保定理工学院2020年度校级科研项目(项目编号ZDCYK2002)。

【参考文献】

- [1]杨方,张义斌,何博,等.电动汽车大规模充电对电网经济性的影响评价[J].中国电力,2016,49(3):178-182.
- [2]王斐,李正烁,叶萌,等.电动汽车充电对电网的影响及其优化调度研究述评[J].南方电网技术,2016,10(6):70-80.
- [3]杨一帆,孙瑜,孙志杰,等.考虑峰谷电价的充电站运营商和电动汽车用户经济性研究[J].电网技术,2016,40(6):2603-2608.