

电动汽车电池更换服务收费标准研究

沈珑桓, 宋国兵

(西安交通大学, 陕西 西安 710049)

摘要:近年来,国内电动汽车得到比较广泛的推广应用,但缺少对换电电动公交车运营收费模式的研究,也未有商业化运营的成功案例。介绍了国内电动汽车充换电服务收费现状,以“十城千辆”试点城市的快速换电电动公交车为例,综合考虑充换电站折旧、电池成本和充换电服务费等因素,从投入和产出达到收支平衡进行分析,以测算充换电服务收费标准。通过与部分省份推行的燃油替代收费标准进行比较,给出收取电池更换服务费的结论与建议,为国内电动汽车充换电服务收费标准的研究和出台提供参考。

关键词:智能电网;电动汽车;充电设施;充换电站;收费标准

中图分类号:TM64

文献标志码:B

文章编号:1009-0665(2013)03-0026-04

电动汽车具有显著的节能减排和环保优势,发展电动汽车已成为世界各国的共识^[1-4]。为保障国家能源安全,减少对石油进口的依赖,我国政府出台了多项鼓励政策,全力推动电动汽车产业发展。国家电网公司积极响应国家号召,把推动电动汽车发展作为贯彻国家能源战略、落实节能减排政策和履行社会责任的重大战略举措。截至2011年底,国家电网公司已建成投运243座充换电站和13283台交流充电桩,我国已经成为世界上投运充换电设施数量最多的国家。目前国内外学者对电动汽车充换电站布局设计、技术应用、发展方向等方面的研究较多,缺少对电动汽车收费模式和收费标准的深入分析^[5-12]。文中以“十城千辆”试点城市的快速换电电动公交车为例,按投资产出核算和按燃油替代核算2种方法对电动汽车电池更换服务收费标准进行了分析比较,并给出建议,可供国内电动汽车充换电服务收费标准的研究和出台提供参考。

1 充换电服务收费现状

1.1 收费现状

目前国家层面没有出台充换电服务收费方面的相关政策,甚至没有将充换电服务列入物价清册。国内电动汽车充换电服务主要有下面3种结算。

1.1.1 换电模式电动乘用车按里程收费

国内部分电动汽车推广应用重点城市已有换电模式电动乘用车比较成熟的商业化运营经验,经过地方物价部门核准或备案后,和用户签订充换电服务合同,并以此收取充换电服务费。如杭州已大规模应用的换电电动出租车即采用了按里程计费方式,目前的收费标准为每公里0.5元。

里程的计算方法是通过车载里程计读取本次换

电和上次换电对应的行驶里程,作差后得到本次换电收取费用的里程数据。

1.1.2 整车充电模式按电度收费

对于整车充电模式,无论是电动乘用车和电动公交车,均可以按充电电度收费,根据电动汽车在充电桩上充电电量收取费用。目前,北京和安徽推广应用的整车充电电动乘用车采用该收费方式,收费的电价标准为一般工商业电价。

1.1.3 记录充换电数据等待服务价格出台

当前全国大部分地区的充换电站多为单一用户(如公交公司、出租车公司等)提供充换电服务。由于目前没有出台充换电收费标准,国内很多充换电站每天、每周或每月记录用户的充电量、换电数据,并经用户签字确认,待物价部门出台收费标准后收取相关费用。中央和地方的财政补贴政策及落实情况,将直接影响到电动汽车充换电服务的收费标准。

1.2 财政补贴政策

推广应用电动汽车的优惠政策,除了免费使用或划拨土地、提供免费停车位、电动汽车不限行等定性优惠措施外,定量的财政补贴政策主要包括充换电建站补贴和电池经营补贴。

1.2.1 充换电站建站补贴

目前,国内有部分城市对充换电站建设费用进行补贴,北京的补贴标准为建站总费用的30%,杭州和济南均为20%。

1.2.2 电池经营补贴

对“十城千辆”试点城市采购《节能与新能源汽车示范推广应用工程推荐车型目录》内的电动公交车,国家财政补贴每辆50万元,部分城市的当地财政还有一定金额的补贴。以江苏出台的优惠政策为例,对购买使用电动公交车,每辆车除中央财政补贴50万元外,省财政补贴20万元,市财政补贴30万元。国家和当地的

财政补贴合计 100 万元,由裸车购买者和电池经营者共同享受,两者之间的分配比例由双方协商而定。

下面从经营充换电站和电动汽车换电电池的充换电服务方的角度考虑,以投资资产折旧、运行费用和运营收入来核算充换电服务收费,并与用户易于接受的燃油替代收费标准进行比较分析。

2 按投资产出核算收费标准

2.1 测算方法

对于“裸车采购,电池租赁”的换电模式,充换电站投资方的运营成本主要包括充换电站折旧和维护费、电池折旧、电能费用、人员成本和相关税费,运营收入主要包括电池更换服务费和政府补贴,其中政府补贴部分参考国内部分城市实施的补贴政策,含充换电站建设补贴、电池采购补贴、车辆行驶里程补贴、税费减免等。对于整车充电模式,充换电服务方不经营电池,不存在电池折旧问题,也不享受电池采购补贴。

在电动汽车推广应用前期,车辆规模较小,为了保证充换电服务能够良性开展,需尽量保证充换电服务提供方不亏损。对于换电模式,由于目前技术无法准确测量电池的荷电容量,借鉴国内换电收费经验,以里程方式为例,按投资产出核算收费标准计算公式为:

$$\text{每公里收费标准} = \frac{\text{年运营成本} - \text{政府补贴}}{\text{车辆规模} \times \text{年行驶里程}} \quad (1)$$

2.2 测算条件

2.2.1 运营收入部分

(1) 充换电站建设补贴。国内已出台充换电站建设补贴政策的城市比较少,已享受到补贴费用的城市更少,文中收费标准测算中若享受充换电站建设补贴则以 20% 来考虑。

(2) 电池采购补贴。“十城千辆”试点城市对每辆电动公交车的补贴标准为 50 万元。每辆车无论配置多少组电池,均只能得到 50 万元的补贴,该部分补贴由裸车采购方和电池经营方协商各自获取补贴的比例,文中以电池经营方得到 50 万元补贴为例进行测算。

(3) 电池更换服务费。电池更换服务费与服务车辆、日行驶里程、每公里收费标准有关,该费用的求取方法是在运营收入和运营成本相等的情况下,得到每辆车每公里的收费结果。

2.2.2 运营成本部分

(1) 充换电站折旧和维护费。充换电站是充换电服务的基础,充换电站折旧是运营成本的主要组成部分。根据国家电网公司文件精神,充换电站房的建筑部分年限为 20~30 年,充换电设备折旧年限为 8~10 年。充换电站建设费用中,除了建筑和设备外,还有项目前期、项目管理等其他费用,为此论文中充换电站综

合折旧年限为 12.5 年,即折旧率为 0.08。若充换电站项目通过省发改委审核并纳入电力基础设施投资范畴,计算电池更换服务费时则可以不计充换电站折旧费用。

参考变电站来测算充换电站的维护费用。变电站的年运行维护费用约占全站投资的 2%~2.5%,在电动汽车推广应用初期,由于充换电站建设成本相对较高,故充换电站维护费取全站建设费用的 2%。

(2) 电池折旧。根据国家电网公司文件精神,电动汽车动力电池折旧年限为 3~5 年。文中以 4 年折旧计算,即折旧率为 0.25。

(3) 电能费用。充换电服务方所建充换电站一般由 10 kV 供电,供电容量远大于 100 kV·A,电能价格采用 100 kV·A 及以上普通工业的峰谷分时电价。

以某省电价为例(各省份的价格存在较小差异),高峰、平段和低谷电价分别取 1.445 元/kV·A, 0.867 元/kV·A, 0.389 元/kV·A。为降低电能成本,尽量在低谷时段给电池充电,而最大限度避开高峰和平段。本文测算电能成本时假定高峰、平段和低谷所耗电能占比分别为 10%, 20%, 70%。

(4) 人员成本。以每座充换电站配置 20 名服务人员,每人年工资为 4 万元/年。

(5) 相关税费。提供充换电服务得到的收益,需要交纳一定的经营收入税费,一般以营业收入的 6% 作为税费。

假设充换电站年折旧和维护费为 X_a ; 电池年折旧费为 X_b ; 电能费用为 X_c ; 人员成本为 X_d ; 相关税费为 X_e ; 充换电站建设补贴为 X_A ; 电池采购补贴为 X_B ; 电池更换服务费为 X_C ; 所有费用单位均为元。由于:

$$X_a + X_b + X_c + X_d + X_e = X_A + X_B + X_C \quad (2)$$

$$X_e = 0.06 X_C \quad (3)$$

根据式(2)和(3)可以求得:

$$X_c = \frac{3}{47} (X_a + X_b + X_c + X_d - X_A - X_B) \quad (4)$$

2.2.3 其他测算条件

对于 2 个全自动换电工位的充换电站,假设建设费用约为 5 000 万元,服务对象为 60 辆电动公交车,车辆与电池的配置比例为 1:1.6,电池采购价为 60 万元/组。电动公交车日行驶里程 200 km,百公里电耗为 120 kW·h。

2.3 测算结果

根据式(3)和(4),可以求得电池更换服务费 X_c ,进一步求得每辆车每公里的电池更换服务费。按照是否得到政府补贴,得到下面的测算结果。

(1) 若政府提供充换电站建设补贴和电池采购补

贴,每公里需收取 3.64 元,充换电服务方才能保证收支平衡,详细的测算结果如表 1 所示。

表 1 政府提供补贴时的测算结果

成本与收入	分项内容	费用	备注
总投资 /万元	合计	10 760	
	其中:充换电站建设	5 000	
	电池采购	5 760	
运营成本 /(万元·年 ⁻¹)	合计	2 426	
	其中:充换电站折旧	400	折旧率为 0.08
	充换电站维护费	100	
	电池折旧	1 440	折旧率为 0.25
	电能费用	310	
	人员成本	80	
	营业收入税	96	
运营收入 /(万元·年 ⁻¹)	其中:充换电站建设补贴	80	
	电池采购补贴	750	
	电池更换服务费	1 596	3.64 元/km
利润(万元)		0	

(2) 若政府不提供任何补贴,即 $X_A = X_B = 0$,每公里需收取 5.66 元才能保证收支平衡。

2.4 灵敏度分析

影响电池更换服务收费标准的最主要因素是电池费用,包括电池折旧和电池采购补贴,其次是充换电站折旧、电能费用和充换电站建设补贴,影响最小的是充换电站维护费、营业收入税和人员成本。因此,电池的销售价格、使用寿命和性能参数将直接影响到电动汽车的大规模推广应用。

3 按燃油替代核算收费标准

目前,电动汽车的推广应用处于起步阶段,为了促使用户接受并使用电动汽车,部分省份推行燃油替代收费标准。

3.1 测算公式

根据当前油价和燃油公交车的油耗,计算常规燃油公交车的能源消耗费用,相同行驶里程下,向电动公交车用户收取与燃油同样的费用,作为电池更换服务费。假设燃油公交车百公里油耗为 L 升,燃油价格为 U 元/升,可以得到按燃油替代核算收费标准计算公式如下:

$$\text{每公里收费标准} = U \times L / 100 \quad (5)$$

3.2 测算条件和结果

以目前市场行情为例,燃油公交车百公里油耗约 40 升,燃油价格则取当前市场价格,约 7.5 元/升,可以得到与燃油同等费用下,电动公交车用户需要承担的电池更换服务费为每公里 3.00 元。

3.3 灵敏度分析

从上面的测算看出,按燃油替代核算的收费标准主要受燃油价格的影响。燃油价格的波动性比较大,对于电动汽车包年用户,可以按当地年度平均燃油价格进行费用结算。

4 2 种收费标准的比较分析

(1) 充换电站服务的电动汽车数量越多,按照投资产出核算的充换电服务收费标准越低,越有利于电动汽车的推广应用。

(2) 对于燃油替代核算收费方式,无论整车充电还是换电模式,对用户收取相同的充换电服务费用,所不同的是,若采用换电模式,用户只需采购不带电池的裸车,但电池采购补贴之外的电池费用需要服务双方协商确定。

(3) 若能享受到文中所提的充换电站建设补贴和电池采购补贴,按投资产出核算的充换电服务收费标准与燃油替代核算结果比较接近,若不能享受到补贴,前者核算结果明显高于后者。

(4) 采用燃油替代收费标准向用户收取充换电服务费,充换电服务提供方若要实现盈亏平衡,还需要积极从政府争取到相应的运营补贴、税收减免和其他优惠政策。

(5) 由于电动汽车没有在全国范围内得到大规模推广应用,充换电设施、电池等关键技术还在不断提高中,按投资产出核算方式得到的收费标准短时间内难以得到物价部门的认可,而燃油替代收费标准容易被政府部门和车辆使用单位所接受。

5 结束语

综上所述,采用投资产出核算方式确定的收费标准能够较好地保证充换电服务提供方的正常运营,并不断扩大充换电站的建设和服务能力,确保基础设施的前期投入。为调动用户采购、使用电动汽车的积极性,在电动汽车推广应用初期,建议以不高于燃油替代收费标准向用户收取充换电服务费,收费不足部分由充换电服务方与政府部门协商解决。

参考文献:

- [1] 滕乐天,姜久春,何维国.电动汽车充电机(站)设计[M].北京:中国电力出版社,2009.
- [2] 康继光,卫振林,程丹明,等.电动汽车充电模式与充电站建设研究[J].电力需求侧管理,2009,11(5):69-71.
- [3] 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.
- [4] 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):11-17.
- [5] 李瑞生,王晓雷,周逢权,等.灵巧潮流控制的电动汽车智能化充电站[J].电力系统保护与控制,2010,38(21):87-90.

- [6] 陈磊,黄琦,张昌华,等.考虑故障影响的电动汽车充电系统控制策略的研究[J].电力系统保护与控制,2012,40(7):117-122.
- [7] 龚钢军,孙毅,蔡明明,等.面向智能电网的物联网架构与应用方案研究[J].电力系统保护与控制,2011,39(20):52-58.
- [8] 宋永华,阳岳希,胡泽春.电动汽车电池的现状及发展趋势[J].电网技术,2011,35(4):1-7.
- [9] 李明,姜久春,牛萌,等.电动汽车充电站网络监控系统的研究[J].汽车电子,2010,26(2):163-164.
- [10] 严辉,李庚银,赵磊,等.电动汽车充电站监控系统的设计与实现[J].电网技术,2009,33(12):15-19.
- [11] 赵明宇,王刚,汪映辉,等.电动汽车充电设施监控系统设计与实现[J].电力系统自动化,2011,35(10):65-70.
- [12] 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):63-66,71.

作者简介:

沈珑桓(1992),男,江苏无锡人,本科,研究方向为电动汽车和分布式电源接入;
宋国兵(1972),男,河南信阳人,副教授,研究方向为输电线路故障定位、自适应重合闸和新能源发展技术。

Research on Toll Standard of Electric Vehicles Battery Swap Service

SHEN Long-huan, SONG Guo-bing

(Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710049, China)

Abstract: In recent years, domestic electric vehicles gain more popularization and application. However, it is deficient in research of operation charging mode about the battery swap electric bus, and there is no corresponding successful commercial operation case. This paper analyses the present charging situation of charging and swapping battery service. Taking the battery swap electric bus in preferential policy city as an example, in consider of depreciation of charging and swapping station, the cost of battery, the service of charging and swapping and so on, this paper analyses the balance of investment and profit, to calculate charging and swapping service charge standard. Comparing with the charge standard of oil-alternative in part provinces, conclusions and suggestions on charging battery swap service are then given, which provides reference for the research and release of domestic electric vehicles charging and swapping service toll standard.

Key words: smart grid; electric vehicles; charging infrastructure; charging and swapping station; charge standard

(上接第 25 页)

优缺点。经过实践证明,采用了上述几种方法后,可以解决绝大多数的励磁系统均流问题,均流系数能提升到 0.9 以上。励磁系统的调试检修人员可以结合现场实际情况根据难易程度选择最为合适的办法。

参考文献:

- [1] DLT 583—2006,大中型水轮发电机静止整流励磁系统及装置技术条件[S].
- [2] GBT 7409.3—2007,同步电机励磁系统 大中型同步发电机励磁系统技术要求[S].
- [3] 许其品,魏伟,王永刚.可控硅整流桥均流的探讨[J].水电厂自动化与大坝监测,2010,34(4):12-15.
- [4] 王伟,石磊,马齐,等.影响并列运行可控硅励磁整流桥均流的因素[J].水电厂自动化,2006(S):90-96.
- [5] 陈改琴.整流柜均流系数测算方法的改进[J].有色冶金节能,2010(1):49-51.
- [6] 余前军,李自淳,钱厚军.励磁整流柜高性能均流磁环[J].大电机技术,2009(3):48-50.
- [7] 许敬涛.整流设备动态均流技术[J].中国氯碱,2010(3):5-7.

作者简介:

余振(1983),男,江苏南京人,工程师,从事发电机励磁控制研究工作;
万泉(1985),男,湖北武汉人,工程师,从事发电机励磁控制研究工作。

Solutions of Current Inequality in Rectifiers of Generator Excitation System

YU Zhen, WAN Quan

(NARI Technology Development Co. Ltd., NanJing 210061, China)

Abstract: Reasons for poor current-sharing of rectifiers for generator excitation, including AC Impedance, component on-state characteristics and busbar connection mode, are analyzed. This paper proposes relevant solving method that is rearrangement of the order of SCR, redesign of main circuit busbar, installation of flux diverter and digital intelligent current-sharing, achieving good results in practical application.

Key words: excitation system; rectifying device; current sharing