

以更换电池模式推动电动汽车快速 发展的思考与建议

王 义 勇¹， 袁 明 旭²

(1. 国能大渡河流域水电开发有限公司,四川 成都 610041;
2. 国网雅安供电公司,四川 雅安 62500)

摘 要:新能源汽车已成为全球汽车行业的发展方向,电动汽车技术成熟、造价经济,是新能源汽车发展的主流方向。就制约电动汽车发展的里程焦虑问题,通过比较分析提出了“更换电池模式、构建更换电池站网络”是推动电动汽车快速发展的结论意见和相关政策建议。电动汽车的发展,能促进四川省内水电厂多发电,提升水能利用率。
关键词:动力电池;循环寿命;柔性搭载;水能利用率
中图分类号:TM911; U469.72;F407.471 **文献标识码:** A **文章编号:**1001-2184(2021)06-0130-04

Thinking and Suggestions on Promoting Rapid Development of Electric Vehicles Through Battery Replacement

WANG Yiyong¹, YUAN Mingxu²

(1. CHN Energy Dadu River Hydropower Development Co., LTD, Chengdu, Sichuan, 610041;
2. State Grid Yaan Electric Power Supply Company, Yaan, Sichuan, 62500)

Abstract: New energy vehicles have become the development direction of the global automobile industry. The mature technology and economical cost of electric vehicles are the mainstream of the development of new energy vehicles. Concerning the constrain of travelling mileage, which restricts the development of electric vehicles, this paper, through comparison and analysis, puts forward the conclusion that battery replacement and building of replacement station network will promote the rapid development of electric vehicles. Development of electric vehicles can promote generation of hydropower plants in Sichuan Province, and increase utilization efficiency of water energy.
Key words: battery; cycle life; flexible carrying; utilization efficiency of water energy

0 前 言

发展新能源汽车,符合我国能源结构向清洁低碳转型的发展战略,是实现减碳的重要途径之一。相对而言,电动汽车的技术最为成熟、造价相对经济,是新能源汽车发展的主流,在未来一段时间内难以被替代。国务院办公厅于2020年10月出台了《新能源汽车产业发展规划(2021—2035年)》,对包括电动汽车的新能源汽车发展做出规划,其中特别提到要鼓励“更换电池”模式(简称换电模式)的应用。据统计,国内电动汽车销售渗透率已达10%,对燃油车加速替代。然而里程焦虑、充电等待问题仍然较为突出,动力电池原材料涨价影响发展和使用率不足造成浪费的情况将更

加突显。2021年10月,工业和信息化部制订了《关于启动新能源汽车换电模式应用试点工作的通知》,将北京等11个城市纳入试点范围,加速推进换电模式的落地。

1 汽车动力电池的特性

1.1 电池的功率性能分析

电池功率 $P=W/t=UI=I^2R$ 。电池在充电时,电池内阻 R 一定,电功率 P 与电流 I 的平方成正比;在充电容量(电功)一定的情况下,要实现在短时间 t 内充满电池,则需要的电功率更大,电功率更大,需要的电流更大。由于电池内阻消耗能量,产生焦耳热^[1],大量产热将对电池产生严重的不可逆转损害。

1.2 电池的循环寿命

收稿日期:2021-10-08

按三元体系动力电池系统 80%充放电深度有关测试结果^[2],在一定条件下,电池系统初始放电容量为 38.98 Ah,在 1 200 次循环之前容量衰减缓慢,容量损失为 5.58 Ah,损失率为 14.3%,在此之后容量迅速衰减。库伦效率呈现先上升后下降的趋势,在 1 700 次循环后库伦效率小于 100%。测试动力电池系统循环寿命的总体规律是容量衰减随着循环次数的增加而加快。动力电池系统 80%充放电深度放电容量与循环次数关系曲线见图 1。

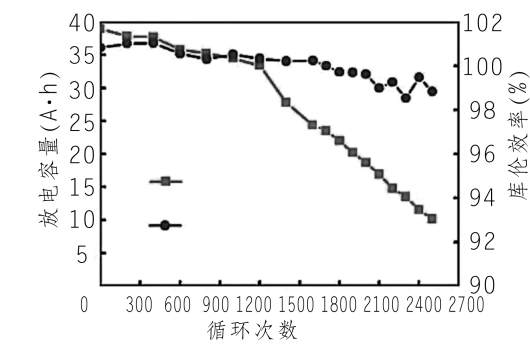


图1 动力电池系统 80%充放电深度放电容量与循环次数关系曲线

按图 1,电池使用寿命 1 200 次充放循环为

表 1 按车体(不含电池)质量 1 000 kg 计算搭载各种电池容量的整车质量

续航里程 /km	对应电池容量 /kWh	车体质量 /kg	整载质量 1(按电池组 350 Wh/kg)	整载质量 2(按电池组 200 Wh/kg)	以 70 kWh 为参照,整载质量比(1/2)
200	28	1 000	1 080	1 140	0.90/0.84
300	42	1 000	1 120	1 210	0.93/0.9
500	70	1 000	1 200	1 350	1/1
700	98	1 000	1 280	1 490	1.07/1.10

80%,一般在商用(公共)充电桩(站)完成。

2.2 居家充电受到现有电力基础设施的制约

已建成的居民小区,预留电力供给容量有限。以成都为例,据了解,一个居民小区安装充电桩的前 20 名业主需在物业备案,之后的业主则需到供电单位申请。扩展至整个城市,当电动汽车普及到一定程度,供电电源及输配能力将受到很大的考验,甚至成为瓶颈。仍以成都为例,2020 年汽车保有量 545.7 万辆,若电动汽车达到 50%,每车按 70 kWh 电量、每 10 天充电一次,需用 78.75 万 kW 的发电机组供电。若在节假日出行高峰前,按 80%即 218 万辆车同时在夜间充电,则需要 1 907 万 kW 机组供电。

佳,1 700 次循环为宜。不同电池,如磷酸铁锂电池有一定差异。

1.3 电池能量密度

工业和信息化部 2017 年出台的《汽车产业中长期发展规划》提出,到 2025 年动力电池组能量密度达到 350 Wh/kg。电池组的能量密度影响整车质量,同等续航里程能耗有差异^[3]。按近期 350 Wh/kg 的电池能源密度,目前市场上主流的 70 kWh(一般续航 500 km,实际平均续航按 400 kw 计算,下同)的电池组质量为 200 kg,电池组质量随电池容量增加而增加。现在装车的电池组能量密度基本都小于 200 Wh/kg。按车体(不含电池)质量 1 000 kg 计算搭载各种电池容量的整车质量见表 1。

以 70 kWh 电池容量为例,按电池组能量密度 200 Wh/kg 计算,电池质量为整车质量的 26%。

2 充电模式的不足之处

2.1 充电分为慢充和快充

慢充用时长,一般在 8 h 左右,可以将电池电量由 5%充至 95%以上,居家充电为主。快充用时长,一般半小时左右,电池电量由 30%充至

2.3 公共充电需用更多充电车位,占用更多土地资源

公共充电,按快充半小时计算,比燃油汽车(加油按 5 min 算)需要的车位增加 5 倍。随着电动汽车的普及,将导致充电位紧张。节假日出行高峰,若高速公路、景区的充电车位不足,必然出现等待时间长的情况。2021 年国庆期间已出现在高速公路充电区域长时间等待充电的情况。

2.4 采用快充模式,造成电池浪费大

采用快充模式,充电功率大,对电池损耗大;每次快充后一般也仅能达到额定续航里程的 60%左右。一般家庭用车行驶在 15 万 km 左右就报废。电池组随车辆一起报废,将造成大量浪

费。按 1 200 次最佳充放循环,按 400 km 续驶计算可行驶 48 万 km,造成约 69%的浪费。

2.5 充电模式 电池组固定搭载,对电力能源造成一定的浪费

按表 1 所列,固定搭载的汽车电池续驶里程为 400 km,电池质量约占整车质量的 26%。汽车在做功时,很大一部分能量消耗在把电池从出发地运送到目的地,特别是短途的累计“运送”造成电量消耗大。而大部分的家庭车辆为城市上下班通勤车辆,每周行驶里程在 200 km 以内。

3 换电模式的优势

换电模式是建立在车电分离的前提下,集中统一对动力电池组进行充电,相对固定搭载电池的单车充电模式,具有较高的社会经济效益。

3.1 换电模式具有良好的社会经济效益

(1)减少电网城网改造、居民小区配电改造投入,适应城市供电网络、居民小区配电现状。换电站可主要在城市周边,少量在城里进行选址建设。

(2)减少充电场地建设,节约土地。在高速公路沿线,换电模式补充电量用时短,能迅速疏散车辆,减少拥堵。

(3)平滑电网负荷,提升水能利用率^[4]、减少弃风、弃光^[5]。在用电低谷对电池进行充电,相比充电方式随机用电对电力的不平衡需求,利用夜间电力、汛期水电、捕捉风力、阳光用好风电、太阳能电,用户侧储能,利用绿色能源,为碳中和做贡献。对于四川省等水电占比大的省份,用好汛期水、夜间电,经济效益更加突出。

(4)提高电池利用率,节约材料。换电模式可以在更加可控的条件下对电池进行满充,延长使用寿命。与固定搭载的充电模式相比,换电模式可以均衡调度、最大限度地利用电池。

(5)换电模式可以柔性搭载电池,减少单车能耗。

3.2 换电模式能为车主节约费用

(1)减少一次性购车投入。电池占整车成本约 30%至 40%,以 15 和 40 万元的整车价格计算,40%的电池价格占比,分别减少一次性支出 6 万元和 16 万元。

(2)节约充电装置及其安装的费用。居家充电需接入自家电表或新增电表,若布置一段专有线路,会增加费用。

(3)减少使用过程中的费用。分享换电运营商夜间低谷用电、直供电的电价差,柔性搭载电池,节能降耗,少付电费。

(4)获得换电运营商较好的服务。如应急电池更换车服务等,改由常规的单车能源管理为以利用物联网技术集中的能源管理,每组电池电量、运行情况接入运营商数据系统,以便掌握电池的运行状态,确保更安全的运行,适时提醒车主更换电池,提供最佳、最近换电站位置提示。

3.3 换电模式能为运营商带来经营利润

(1)电池的充分循环利用的价值。电池在 1 700 次内的充放电效能好。按前文所述,固定搭载的充电模式在 1 200 次充放电使用的情况下,造成 69%的电池浪费,同一组电池可以供至少 3 辆换电模式的车辆延续使用。剩下的 500 次充放使用寿命,仍有一定的经济价值,按电池容量衰减一半计算,35 kWh、500 次循环、价差 0.2 元/kWh,则每组电池还能给运营商带来 0.35 万元收入。

(1)电价差。用好低谷电、直供电,降低电价。在四川省等水电富集的西南地区,电价最低可低至 0.2 元/kWh,远低于居家充电综合平均约 0.5 元/kWh 左右的电价。

(3)减少资金占用。固定搭载的电池组,不管车辆使用与否,都要随车,造成电池积压、资金占用。运营商可以采取优惠政策引导客户按需搭载,在某些长期不用车的情况下零搭载,减少资金占用。

3.4 换电运营方式及早期运营

(1)换电运营方式。换电运营商按电池押金及用电量的方式进行收费,由换电车主交押金给运营商,车主不再使用电池后,押金退还,每次更换电池时,根据电量及单价计算收费。按柔性搭载引导,电量越高,电价越高,超过押金对应电池组电量则按成倍增加。

(2)换电服务商早期的运营。根据服务车辆数,按车、电 1 : 1.2 配备电池。按 1 辆车每 10 天行驶 400 km,换一次电池,1 : 1.1 配备电池可以满足日常的换电需求。另再备 10%,应对节假日出行的换电需求高峰。非节假日期间,这 10%的电池夜间充电,白天向电网供电。随着电池使用寿命的延续,逐步有车辆退出,有新的车辆加入

时,可按大于1:1的比例新增配备电池,如增加3辆车,新增配备2组电池。

(3)换电站组网。形成一定的换电站覆盖,形成网络。先期按解决大部分出行需求组网,以大城市为中心,覆盖本省及周边省份,满足车主中短途出行需要。以四川省为例,21个地州市进行覆盖,初期,在成都市区建3至5个电池更换站(根据需求车辆如出租车等的加入增加站点)。根据地理远近,其他市(州)距离成都150至200 km范围,在广元、宜宾、南充、康定等地建站,逐步扩展至重庆、陕西、云南、贵州等周边省份。以成都为圆点,半径覆盖500~700 km范围。前期换电站网点不足,可采用换电车补充填补空白,以及采用电池更换点(将充满电的电池组运至电池更换点)更换电池。对有长途及超长途的,运营商可配置一定比例的可开放为充电模式的电池。后期根据用户数量逐步布密网点,满足中短途车辆出行换电的需求。以大城市为依托,按西南、华中等片区组建运营商,逐步发展为全国性的换电运营商集团,运营商之间可互济换电,形成覆盖全国的换电站网络。

(4)换电站服务应覆盖全部品牌。现已有单一品牌车辆采用换电模式,电动汽车电池的“换”和“充”混合使用,没有实现柔性搭载,有一定局限性。

4 结 语

电动汽车采用换电模式,能充分利用电池,减少浪费;柔性搭载电池,降低能耗。通过组建换电站网络,解决里程焦虑和充电等待问题。换电模式能够为社会、运营商、车主各方创造良好的效益,是推动电动汽车快速发展的有效业态和发展方向。

为推进电动汽车换电模式的应用与发展,加

快构建全社会的换电站网络。解决通适性问题。统一电池容量标准,划小电池组单元,如以35 kWh或20 kWh为基本容量电池组。统一电池组尺寸标准,车辆的电池槽(箱)统一设计标准,可柔性上载各种容量的电池组。对电池组的插拔接头标准化处理,车主可自行选择电池品牌。

国家出台相应的政策支持。鼓励换电模式电动汽车的生产与使用,加快构建覆盖全国的换电站网络。对于换电模式电动汽车,给予运营商税收优惠政策、电价优惠,供电保障,分布式能源许可,电量予以接收进入电网交易。信贷方面,给予低息或贴息贷款。对充电电源来自清洁能源或非清洁能源进行追溯,给予碳积分碳交易支持。水电占比大的省份如四川省及西南各省应率先示范,通过电池储能,在一定程度上对电力生产和使用时间进行调节,提升水能利用率,鼓励对换电站直供电,签订长期供电协议,并在换电站建设用地、税收方面予以政策支持。

参考文献:

[1] 意大利詹弗兰科·皮斯托亚著,赵瑞瑞,余乐,常毅,陈红雨,译. 锂离子电池技术研究进展与应用[M]. 化学工业出版社,2018.

[2] 樊彬,姜成龙,林春景,等. 电动汽车用动力电池系统循环寿命试验研究[J]. 储能科学与技术,2021,10(2):675-676.

[3] 龚春忠,李涛,张永,等. 基于等效续航能力的电池能量密度价值评估[J]. 汽车科技,2021,(2):28-31.

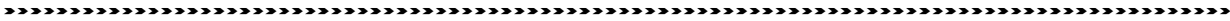
[4] 中国水力发电工程学会,四川水能利用率提升至95.8% [J]. 大坝与安全,2020,(5):6-6.

[5] 刘科. 碳中和误区及其现实路径[N]. 中国企业报,2021-09-06.

作者简介:

王义勇(1975-),男,四川自贡人,经济师,本科生,从事水电机组运行及检修工作、电力企业经济管理相关工作;

袁明旭(1974-),男,重庆垫江人,高级工程师,硕士研究生,从事电网运行技术管理工作。 (责任编辑:吴永红)



2021年国家电网公司电网基建投资完成4024.8亿元 完成年度计划的100.5%

2021年,国家电网110千伏及以上交流工程投产4.4万千米、2.8亿千伏安,完成年度计划的101.4%;开工4.1万千米、2.5亿千伏安,完成年度计划的100.7%。公司直流工程投产2840千米、3200万千瓦,开工2285千米、1800万千瓦。电网基建投资完成4024.8亿元,完成年度计划的100.5%。

2021年是公司完成建设任务非常艰难的一年,疫情多点散发,洪水等自然灾害多发,完成任务压力大。公司基建战线深入贯彻公司党组决策部署,积极推动“一体四翼”发展布局落地,认真落实碳达峰、碳中和与新型电力系统建设工作要求,迎难而上,奋力攻坚,多措并举全力推进电网建设,实现建设规模、投资规模双超额,圆满完成了年度建设任务。

(来源:国家电网报 作者:陈晖)