

锂离子动力蓄电池包高能量应用测试分析*

江境宏 明志茂 赵可沧

(广州广电计量检测股份有限公司, 广东 广州 510656)

摘要: 针对锂离子动力蓄电池包高能量应用测试过程复杂的问题, 分别设计了 25℃、40℃、-20℃ 工况下的容量和能量测试方案, 并根据该方案进行锂离子动力蓄电池容量和能量试验。试验结果表明: 温度较高时, 电池容量、放电能量均相对较大; 随着温度降低, 电池充、放电容量、能量差随之增大。该测试方案能有效完成对应的应用测试分析, 操作简单、结果准确有效。

关键词: 锂离子动力蓄电池包; 高能量; 容量和能量测试; 应用测试

中图分类号: TK02

文献标识码: A

文章编号: 1674-2605(2021)04-0011-04

DOI: 10.3969/j.issn.1674-2605.2021.04.011

0 引言

随着社会发展与人口增长, 全球能源利用和环境保护面临着越来越大的挑战。为减少二氧化碳的排放, 发展新能源汽车已经在全球范围内达成共识^[1-2]。动力电池是新能源汽车的核心部件, 其性能直接影响新能源汽车动力的关键性能参数, 其可靠性、安全性直接关系到乘车人员安危、城市秩序^[3-5]。近年来, 动力电池领域竞相追求高能量密度, 而忽略保障其安全性和可靠性, 在未完全解决电极材料问题时, 快速推出高能量密度动力电池, 导致出现多起电动汽车燃烧爆炸事件, 引起社会广泛关注和高度重视^[6]。因此, 对动力电池的测试评价是不可或缺的重要环节, 更是新能源汽车大规模部署的有力保障。

动力蓄电池包由蓄电池组、蓄电池管理模块、蓄电池箱等部件构成。动力蓄电池包的高能量应用是指室温下蓄电池包的最大允许持续输出电功率和其在 1C (nC 是电流倍率, 等于 1 h 放电容量的 n 倍) 倍率放电能量的比值低于 10 的装置特性或应用特性^[7]。周震涛等用恒电流限电压充放电方法研究了方形层叠式锂离子动力蓄电池在不同电流下的放电行为和荷电保持能力, 发现 5 Ah 电池的 1C 倍率放电容量可保持 0.1C 倍率放电容量的 79.35%^[8]。何洪文等对锂离子动力电池进行了性能测试, 发现在恒压充电阶段采

用间歇式充电可有效减少电池的涓流充电时间, 增加电池的充电容量^[9]。田硕对用在混合动力汽车上的动力蓄电池最大充放电性能的影响因素进行分析, 发现电池的最大充放电性能主要受荷电状态、温度、健康状态等因素影响^[10]。高顺荣等结合安时计量法、开路电压法和卡尔曼滤波法估算动力蓄电池初始荷电状态, 建立电池的非线性复合模型的状态方程, 提出基于电池复合模型的扩展卡尔曼滤波法, 实现对电池荷电状态的估算^[11]。

根据工信部统计, 2019 年 1 月~9 月全国锂离子电池产量同比增加 7.7%, 测试量较大。其中, 动力蓄电池包的容量和能量试验是动力蓄电池包性能的重要试验。本文针对室温、高温、低温 3 种工况分别制定对应试验方案, 实现动力蓄电池包高能量应用分析。

1 容量和能量测试方案

动力蓄电池包的容量和能量试验主要包括室温、高温、低温 3 种工况。本文试验的室温设定为 25℃、高温为 40℃、低温为 -20℃。依据 GB/T31467.2—2015《电动汽车用锂离子动力蓄电池包和系统第 2 部分: 高能量应用测试规程》^[7], 试验前对受试动力蓄电池包外观进行检查, 然后将其总成按正常工作要求进行连接, 接通电池管理系统工作电源, 动力蓄电池包分别在室温、高温、低温环境下进行容量和能量测试。

针对 25℃、40℃、-20℃的环境条件，分别制定了相应的容量能量测试方案。

25℃/40℃/-20℃工况下的动力蓄电池包容量和能量试验步骤：

- 1) 静置至动力蓄电池包的所有单体温度在(25±2)℃范围内；
- 2) 以 0.5C 电流恒流充电至标定总电压 V 后转恒压充电，充电终止电流降至 0.05C 时停止充电；
- 3) 静置 30 min；
- 4) 充电后在室温/高温/低温环境下搁置 16 h 或者所有单体温度达到(25±2)℃/(40±2)℃/(-20±2)℃；
- 5) 以 1C 电流放电至标定最低单体电压小于 3.0 V；
- 6) 静置 30 min。

2 试验过程与结果分析

本文试验样品为三元锂离子电池包，试验样品技术规格表如表 1 所示。主要试验设备包括高低温湿热试验箱、电池包充放电测试系统等，试验设备主要参数表如表 2 所示。

表 1 试验样品技术规格表

序号	技术规格	数值
1	额定电量/kWh	39.78
2	最大持续电流/A	256
3	标称电压/V	310.8
4	电压范围/V	252~352.8

表 2 试验设备主要参数表

设备名称	设备型号	设备主要参数
高低温湿热试验箱	GJGT701	温度范围：-70℃~150℃ 升降温速率：(1~2)℃/min 温度波动度：≤ ±0.5℃ 温度偏差：≤ ±2.0℃ 温度均匀度：≤ 2.0℃
电池包充放电测试系统	EBD150-S-800-300	电压：24 V~800 V 充电电流：10 A~300 A 放电电流：10 A~300 A

首先，将待测试的三元锂离子电池包平放至高低温湿热试验箱底部的支撑木板上，通过穿过高低温湿热试验箱侧壁预留通孔的数据采集线连接电池包与电池包充放电测试系统，关闭箱门，如图 1(a)所示；然后，按照制定的容量和能量测试方案设置试验箱温度分别为 25℃（如图 1(b)所示）、40℃、-20℃；最后，通过电池包充放电测试系统对三元锂离子电池包进行充放电，并读取测试过程中的荷电状态、系统电压、容量、能量、单体最大电压、单体最小电压、最高温度、最低温度等数据，25℃、40℃和-20℃工况下的容量和能量测试数据汇总表如表 3 所示。

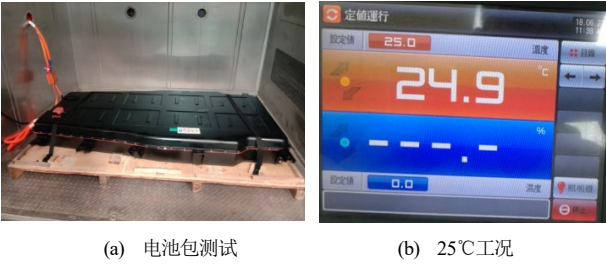


图 1 电池包试验图

表 3 25℃、40℃和-20℃工况下的容量和能量测试数据汇总表

测试工况	温度/℃	工步模式	荷电状态/%	系统电压/V	容量/Ah	能量/kWh	单体最大电压/V	单体最小电压/V	最高温度/℃	最低温度/℃
室温	25	充电	起始时	93	344.074	6.38	2.23	4.105	4.091	24
			结束时	99	349.914			4.183	4.160	25
	25	放电	起始时	98	350.049	131.42	40.37	4.183	4.160	25
			结束时	0	270.556			3.236	2.998	43

续表

测试 工况	温度 /°C	工步模式		荷电 状态 /%	系统电压/V	容量/Ah	能量 /kWh	单体最 大电压 /V	单体最 小电压 /V	最高 温度 /°C	最低 温度 /°C
高温	25	充电	起始时	0	275.946	134.80	43.56	3.336	3.161	27	23
			结束时	99	349.968			4.185	4.162	36	33
	40	放电	起始时	99	348.643	134.30	41.51	4.165	4.144	42	38
			结束时	0	268.458			3.220	2.997	54	52
低温	25	充电	起始时	0	276.46	134.74	43.53	3.341	3.169	27	24
			结束时	99	350.022			4.185	4.162	37	33
	-20	放电	起始时	99	348.400	128.09	37.53	4.157	4.135	-18	-20
			结束时	0	265.105			3.249	3.037	26	21

由表 3 可以看出：在室温 25℃时，放电过程最高温度与最低温度差 19℃；在高温 40℃时，充电过程最高温度与最低温度差 13℃，放电过程最高温度与最低温度差 16℃；在低温-20℃时，充电过程最高温度与最低温度差 13℃，放电过程最高温度与最低温度差 46℃。综上所述，同一工况下，放电过程比充电过程的温度变化要高。

从放电过程来看：温度为 25℃、40℃、-20℃的电池容量分别为 131.42 Ah、134.30 Ah、128.09 Ah；放电能量分别为 40.37 kWh、41.51 kWh、37.53 kWh。温度较高时，电池容量以及放电能量均相对较大。温度为 40℃时，电池充、放电的容量、能量差分别为 134.80-134.30=0.50 Ah、43.56-41.51=2.05 kWh。温度为-20℃时，电池充、放电的容量、能量差分别为 134.74-128.09=6.65 Ah、43.53-37.53=6.00 kWh。综上所述，温度降低时，电池充、放电的容量、能量差随之增大。

3 结语

本文针对室温、高温、低温 3 种工况，分别制定动力蓄电池包的容量和能量测试方案，并在温度为 25℃、40℃、-20℃下进行试验。试验结果表明：同一工况下，放电过程比充电过程的温度变化要高；温度较高时，电池容量以及放电能量均相对较大；温度降

低时，电池充、放电的容量、能量差随之增大。

参考文献

- [1] YODA S, ISHIHARA K. The advent of battery-based societies and the global environment in the 21st century[J]. Journal of Power Sources, 1999, 81(81): 162-169.
- [2] KODAMA T, SAKAEBE H. Present status and future prospect for national project on lithium batteries[J]. Journal of Power Sources, 1999, 81(81): 144-149.
- [3] 安富强, 赵洪量, 程志, 等. 纯电动车用锂离子电池发展现状与研究进展[J]. 工程科学学报, 2019, 41(1): 22-42.
- [4] 孙晓娜, 张华树, 韩思远, 等. 电动汽车用动力蓄电池安全要求标准对比分析[J]. 汽车科技, 2021(1): 2-7.
- [5] 李华. 工信部：编制《新能源汽车动力蓄电池梯次利用管理办法》[J]. 中国设备工程, 2020(20): 1.
- [6] 沈炎宾, 陈立桅. 高能量密度动力电池材料电化学[J]. 科学通报, 2020, 65(Z1): 117-126.
- [7] 全国汽车标准化技术委员会. GB 31467.2—2015 电动汽车用锂离子动力蓄电池包和系统第 2 部分：高能量应用测试规程[S]. 北京：中国标准出版社, 2015.
- [8] 周震涛, 严燕. 锂离子动力蓄电池充放电基本性能的研究[J]. 华南理工大学学报(自然科学版), 2001(4): 17-21.
- [9] 何洪文, 孙逢春, 张晨光, 等. 锂离子动力电池充放电特性的试验研究[J]. 北京理工大学学报, 2002(5): 578-581.
- [10] 田硕, 李哲, 卢兰光, 等. HEV 用动力蓄电池的最大充放电性能[J]. 电池, 2008(1): 27-30.
- [11] 高顺荣, 谢慕君. 基于复合模型动力蓄电池 SOC 估算[J]. 长春工业大学学报, 2017, 38(6): 560-565.

High-Energy Application Test Analysis of Lithium-Ion Power Battery Pack

Jiang Jinghong Ming Zhimao Zhao Kelun

(Guangzhou GRG Metrology & Test Co., Ltd. Guangzhou 510656, China)

Abstract: In view of the complexity of the high-energy application test process of lithium-ion power battery packs, the capacity and energy test programs under 25°C, 40°C, and -20°C were designed respectively, and the lithium-ion power battery capacity and energy test was carried out according to the formulated program. The test results show that when the temperature is higher, the battery capacity and discharge energy are relatively larger. As the temperature decreases, the battery charge and discharge capacity and energy difference increase. The formulated lithium-ion power battery pack high-energy application test program can effectively complete the corresponding application test analysis, the program is simple to operate, and the results are accurate and effective.

Key words: lithium-ion power battery pack; high energy; capacity and energy test; application test

作者简介:

江境宏, 男, 1992 年生, 硕士研究生, 主要研究方向: 动力电池可靠性测试与分析。E-mail: jiangjh@grgtest.com

(上接第 45 页)

参考文献

- [1] 衷宇清,王浩,林泽兵,等.基于 5G 的边缘计算网关及其在电网中的应用[J].自动化应用,2020(6):61-63.
- [2] 杨明,樊海剑,杨晓珍.5G 移动通信发展趋势与若干关键技术研究[J].中国新通信,2021,23(7):1-2.
- [3] 戈雪城,范平清.基于边缘计算的物联网网关监控系统的研究[J].电子器件,2019,42(6):1569-1573,1577.
- [4] 王其朝,金光淑,李庆,等.工业边缘计算研究现状与展望[J].信息与控制,2021,50(3):257-274.
- [5] 罗达,张阳,向运琨.基于边缘计算的智慧能源网关[J].电工技术,2020,19:143-146.
- [6] 恩智浦半导体公司.QorIQ LS1043A and LS1023A datasheet [M].荷兰,(出版社不详),2019.
- [7] 美格智能技术有限公司.5G SRM815 模组硬件设计手册[M].深圳,(出版社不详),2020.

Application of 5G Edge Computing Gateway in Vehicle Internet of Things

Zhang Jianjun Gao zhigang

(Guangzhou Tongda Auto Electric Co., Ltd. Guangzhou 510700, China)

Abstract: A 5G edge computing gateway based on multi-core processor LS1043A and 5G communication module SRM815 is designed. LS1043A is the core of edge computing gateway, which is responsible for device protocol conversion, data preprocessing and data fusion. SRM815 module supports 5G NR, LTE-TDD, TE-FDD and other wireless network communication. 5G edge computing gateway is the network center of on-board Internet of things. It provides wireless communication network for on-board equipment to realize remote operation and maintenance of on-board equipment. At the same time, it carries out data preprocessing and data fusion for on-board equipment data, reduces the computing pressure and network bandwidth of cloud platform, and saves operation cost for bus companies.

Key words: 5G communication; edge computing; edge gateway; vehicle internet of things

作者简介:

张建军, 男, 1975 年生, 硕士, 高级工程师, 主要研究方向: GPS、视频监控、人工智能等。E-mail: Zhangjj@tongda.cc