

纯电动汽车低温实际使用续航里程变化分析研究

课题简介

一、课题背景

续航里程是纯电动汽车用户最为关注的技术指标之一。目前，实车续航里程低于标称续航里程(尤其是低温下)是用户对纯电动汽车的主要抱怨点，业内普遍认为是行驶工况和温度不同所造成，但经用户调研及初步测试(见表1)表明：电动汽车在实际使用中(一般为多天多次使用，而不是一次性将电耗完)的续航里程，与行业内现普遍宣称的一次测试续航里程(车辆满电状态下开始测试，直至放电阈值为止)，二者存在较大的差距(环境温度变化下，差异更大)。基于用户实际使用习惯(多天多次使用)所造成的续航里程差异甚至高于工况不同所造成的差异，在低温环境下表现尤其明显。如何保证用户的实际使用(尤其是低温下)续航里程，提高纯电动汽车产品的实用性，是当前行业亟待解决的共性技术问题。因此，进行基于用户使用习惯(多天多次续航)的纯电动汽车实际续航里程分析研究，意义重大。

表 1: 某型纯电动乘用车在-10 度下多天多次和一次续航的差异对比

| 序号 | 试验项目 | 试验结果 (km) |
|----|-------------------|--|
| 1 | 一次续航里程试验 (NEDC) | 162.2 |
| 2 | 三天断续续航里程试验 (NEDC) | 54.6 (第一天)+54.4 (第二天)+21.3 (第三天)=130.3 |

中国汽车技术研究中心长期承担新能源汽车产业研究与行业技术服务的平台性工作，协助政府开展大量政策法规、行业管理相关的政策文件起草工作，承担了多项国家 863 计划、科技支撑计划、国际合作项目的课题研究工作。作为第三方科研机构，北京卡达克科技中

心可协调相关行业资源共同开展共性技术研究工作，为企业的产品研发提供客观的技术支撑及数据依据，可有效减轻企业相关测试验证成本、人员周期投入以及试验方案制定、共性问题研究等工作任务，缩短产品开发周期并降低产品研发成本，从而进一步促进新能源汽车的推广应用。

二、研究内容

本项目拟联合整车企业及动力电池企业成立专项项目组（新能源汽车低温降能耗联盟），共同进行测试及研究，深入分析纯电动汽车在不同温度环境下的多天多次使用和一次使用下续航差异的规律和原因，搭建基于用户使用习惯和环境变化下的续航里程差异模型，并从车辆控制策略和动力电池两个方面，提出纯电动汽车在不同温度环境多天多次使用条件下如何保证续航里程的意见建议。研究内容主要包括：

（1）**续航差异分析**：分析不同环境温度和使用工况下车辆一次续航与多次分段续航里程差异情况，建立续航里程差异变化模型；

（2）**动力电池容量变化分析**：研究不同环境温度下动力电池一次放电和多天多次放电的容量差异变化的规律，结合电池单体、模组及系统实验，建立电池容量差异变化模型；

（3）**基于实际多天多次使用工况的整车能耗管理方案**：评估纯电动乘用车在不同环境温度下、基于用户使用习惯（多天多次使用）的车辆能耗管理方案，提出技术优化建议；

（4）**基于实际多天多次使用工况的动力电池解决方案**：针对电池低

温特性及容量差异变化特性，从电池材料、系统、BMS 等方面进行分析研究，提出技术优化建议。

三、研究方案

（一）研究路线与方法

项目将集合行业内整车和动力电池企业，联合开展不同环境温度和使用工况下整车续航里程和动力电池放电能力的测试，分析车辆续航里程及动力电池放电量减少的规律并建立相关数学模型。根据续航里程差异模型，通过仿真分析结合测试验证提出车辆热管理、能耗管理策略优化以及动力电池技术优化建议，并结合实车测试验证优化方案的有效性。

（二）具体实施方案

（1）测试方案

由北京卡达克科技中心有限公司组织制定测试规程并协调测试资源，整车及动力电池企业免费向工作组提供测试车辆及动力电池单体/系统（也可由课题组商议购买特定样车、样件）。具体测试方案如表 2 所示。

表 2：纯电动汽车低温实际使用续航里程变化分析测试方案

| 测试对象 | 测试内容 | 测试条件 | 测试要求 |
|------|--------|---|------------------------|
| 整车 | 一次续航测试 | 依照课题组测试规范；环境温度分别取（-25 度，-15 度，-5 度，5 度），在整车环境舱内进行中国工况下的续驶里程测试；记录车速、电耗、一次续航里程、总耗电量等参数。 | 每个温度点测试一轮，共 4 轮测试 |
| | 分段续航测试 | 依照课题拟定测试规范；环境温度分别取（-25 度，-15 度，-5 度，5 度），在整车环境舱内进行中国工况下的续驶 | 模拟用户实际使用习惯进行分段续航测试，每个温 |

| | | | |
|------|--------|---|--------------------------------------|
| | | 里程测试，测试 30 分钟后静置 10 小时，再测试 30 分钟，之后再静置 13 小时；重复之前测试直到达到测试终止条件；记录各阶段车速、电耗、续航里程、总耗电量等参数。 | 度点测试一轮；共 4 轮测试 |
| 电池系统 | 一次放电测试 | 环境温度分别取（-25 度，-15 度，-5 度，5 度）；电池系统在各温度下搁置 24h 后，以工况电流放电至电压达到终止电压；记录放电电流、电压、温度及总放电量等参数。 | 模拟整车一次续航放电过程，每个温度点测试时间约 5 小时；共 4 轮测试 |
| | 分段放电测试 | 环境温度分别取（-25 度，-15 度，-5 度，5 度）；电池系统在各温度下搁置 24h 后，开始进行如下循环放电：以工况电流放电 30 分钟后，搁置 10h，继续工况电流放电 30 分钟，再搁置 13 小时；循环放电至放电电压达到终止电压，记录放电电流、电压、温度及总放电量等参数。 | 模拟整车分段续航放电过程，每个温度点测试一轮；共 4 轮测试 |
| 电池单体 | 一次放电测试 | 环境温度分别取（-25 度，-15 度，-5 度，5 度）；电池单体在各温度下搁置 24h，然后以 0.3C 电流放电至电压达到终止电压；记录放电电流、电压、温度及总放电量等参数。 | 每个温度点测试时间约 3 小时，共 4 轮测试 |
| | 分段放电测试 | 环境温度分别取（-25 度，-15 度，-5 度，5 度）；电池单体在各温度下搁置 24h 后，开始进行如下循环放电：0.3C 电流放电 30 分钟，搁置 10h 后，再 0.3C 电流放电 30 分钟，再搁置 13 小时；循环至放电电压达到终止电压，记录放电电流、电压、温度及总放电量等参数。 | 每个温度点测试一轮，测试（含静置）时间约 118 小时；共 4 轮测试 |

（2）数据分析与建模

基于以上测试进行数据采集与处理，分析车辆在不同环境温度下的多天多次使用和一次使用下续航差异的规律，分别从整车、电池两方面分析关联影响因素，建立基于使用习惯和环境变化下的整车能耗模型以及电池容量衰减模型。

（3）研究成果输出

针对用户实际出行特征，从车辆控制策略和动力电池等方面，提出纯电动乘用车在不同温度多天多次使用条件下如何保证续航里程的意见建议，并提供支撑数据及分析模型、方法。