

GB/T《电动汽车用电池管理系统技术条件》 征求意见稿 编制说明

一、工作简况

1、任务来源

电池管理系统(Battery Management System,BMS)通过检测电池的外特性参数(如电压、电流、温度等),采用适当的算法,实现电池内部状态(如容量和SOC等)的估算和监控,这是电池系统有效运行的基础和关键。BMS在获取电池的状态后进行热管理、电池均衡管理、充放电管理、故障报警等,最终建立通信总线,与显示系统、整车控制器和充电机等实现数据交换,保证电动汽车动力电池安全高效运行。

2011年9月,四部委联合发布了新能源汽车示范推广“安全令”(即《关于加强节能与新能源汽车示范推广安全管理工作的函》),发布了加强节能与新能源汽车示范运行安全管理的具体措施;2016年12月,工业和信息化部发布《关于进一步做好新能源汽车推广应用安全监管工作的通知》,强调“对投入示范运行的插电式混合动力汽车、纯电动汽车要全部安装车辆运行技术状态实时监控系统,特别是要加强对动力电池和燃料电池工作状态的监控”。电池管理系统在保障动力电池安全和提高电池寿命方面具有重要作用。在电动汽车快速增长的推动下,电动汽车对车载动力电池管理系统提出更高的系统级功能性需求以及安全要求,因此建立完善的电动汽车电池管理系统标准势在必行。

标准制定计划于2016年底正式下达,计划编号20162463-T-339。

2、主要工作过程

根据有关部门对电动汽车领域标准体系建设的要求,全国汽车标准化技术委员会电动车辆分技术委员会组织“电动汽车电池工作组”,开展电动汽车用电池管理系统标准的制定工作。

2015年12月17日,电动车辆分技术委员会电动汽车用动力电池标准化工作组在海口召开了工作组首次会议,进行标准立项说明。

2016年1月~5月,编制组在调研目前国内外现有标准和技术发展现状的基础上,完成了《电动汽车电池管理系统技术条件》框架的初稿。

2016年5月25日,电动汽车用动力电池标准化工作组在深圳召开了工作组第二次会议,工作组成员单位对《电动汽车电池管理系统技术条件》初稿进行了充分的讨论,确立并统一了标准的制定原则和主体框架。

2016年6月,为了进一步把握目前国内电池管理系统行业的技术水平,向工作组成员单位开展电动汽车电池管理系统的绝缘性能、参数检测精度、电磁兼容性能、故障导向安全等方面的技术调研。根据调研技术参数,进一步修改标准草案。

2016年10月10日,电动汽车用动力电池标准化工作组在宁德召开了工作组第三次会议,起草组介绍了标准修订思路,与会专家对标准的适用范围、术语定义、主要功能要求与

测试方法进行研讨。会后根据反馈意见对标准重新进行了梳理与修改。

2017年3月21日，邀请了国内主要整车厂和BMS供应商在天津召开BMS标准专题讨论会，会上经过讨论对多数性能指标达成一致意见，但电磁兼容、故障诊断、延时断电等方面提出新的修改意见，并进一步明确电气负荷和气候负荷的具体试验项目。

2017年4月5日，电动汽车用动力电池标准化工作组在昆明召开了工作组第四次会议，总结了标准编写的前期工作，并对《电动汽车电池管理系统技术条件》标准的延时断电、SOC估算精度以及系统功耗要求进行了深入的研讨，根据工作组成员单位积极反馈意见，进一步完善了标准草案。

2017年5月18日~19日，与德国汽车工业协会（VDA）进行了标准交流研讨。起草组重点介绍标准的立项目的、编制过程和基本框架以及技术内容，并对BMS电磁兼容性能、SOC估算、均衡等问题进行探讨。

2018年2月2日，邀请了国内主要整车厂和BMS供应商在北京市召开电动汽车用电池管理系统技术条件讨论会，与会专家对标准条款进行了详细的梳理与研讨，对SOC估算精度要求与试验方法、耐盐雾试验要求、快速脉冲群抗扰度要求与试验方法、SOP和均衡试验方法达成一致意见。

2018年3月12日，起草组与镍氢电池BMS的技术专家针对镍氢电池BMS的参数检测精度、绝缘电阻测试、电压采用精度测试、SOC估算精度等方面进行了交流研讨，会后要求相关单位提供必要的的数据，以支撑标准草案的修订工作。

2018年4月12日，电动汽车用动力电池标准化工作组在成都召开了工作组第五次会议，重点讨论了镍氢电池BMS状态参数测量精度与测试方法的特殊要求问题，会后通过修订形成标准征求意见稿。

二、标准编制原则和主要内容

1、编制原则

- 1) 本标准编写符合 GB/T 1.1《标准化工作导则》规定；
- 2) 本着“试验检测可操作性强，有据可依”的原则立足国内电动汽车电池管理系统的技术现状，充分参考国内外先进经验以及相关企业标准、行业标准。
- 3) 针对修订内容，在工作组内进行多次意见征求，并在会上充分讨论。

2、主要内容

本标准规定了电动汽车用蓄电池管理系统的术语与定义、技术要求、试验方法、检验规则、标志等。

本标准适用于电动汽车用锂离子动力蓄电池的管理系统，镍氢动力蓄电池及其他类型动力蓄电池的管理系统可参照执行。

本标准主要技术内容如下：

- (1) 术语

有关电池系统、电池管理系统的定义主要参考 GB/T 19569—2017 《电动汽车术语》标准，参照电池荷电状态（SOC）的定义描述方法，首次给出电池功率状态（SOP）定义。

（2）使用条件

根据整车企业的通用需求和电池系统使用情况，为了更好地规范电池管理系统环境方面的性能测试，标准规定了电池管理系统正常工作的使用条件。此外，整车企业也可根据实际应用中的电池管理系统具体安装位置进一步提出特殊性的要求。

工作温度：-20℃~60℃

贮存温度：-40℃~85℃

工作湿度：5%~95%

供电电源：9~16V/16~32V

（3）基本功能要求

明确电池管理系统必备的功能需求，包括数据监测、故障诊断与记录、自检、与整车和非车载充电机的通讯、安全防护、SOC 估算。与整车实现技术方案密切相关的功能，如绝缘电阻值检测、高压互锁、SOP 估算和均衡功能均规定为可选功能。

（4）状态参数测量精度

基于主要生产厂商技术调研数据以及多次工作组会议的深入讨论，考虑不同系统的测量范围的差异，标准规定总电压、总电流、单体（电芯组）电压的测量精度必须满足满量程误差以及最大误差的较小值。

根据现有镍氢动力蓄电池企业提出的反馈意见，考虑镍氢电池电压不均衡以及过充的耐受能力优于锂离子电池，因此标准中适当放宽了镍氢电池管理系统的总电流、单体（电芯组）电压、温度测量精度的要求。但是在调研过程中企业反馈意见以及支撑数据较少，需在全行业范围进一步征求意见。

（5）SOC 估算精度

准确的 SOC 估算可以合理利用电池，延长电池组的使用寿命，实际应用中 SOC 估算误差包括计量累计误差和状态初始误差，而对于 SOC 估算的全面评测与实际补偿方案密切相关，因此本标准仅规定了与电池管理系统硬件设计相关的累计误差的性能要求与测试方法。对于状态初始误差的修正速度，仅在附录 B 中提供推荐的测试方法。

针对非插电式混合动力汽车的 SOC 估算精度，考虑了部分企业的反馈意见，在标准中适当放宽了要求，详细说明如下：

纯电动汽车、外部充电式混合动力电动汽车的 SOC 估算的累计误差应不大于 5%。不可外接充电的混合动力电动汽车的 SOC 估算的累积误差，锂离子电池系统应不大于 15%、镍氢电池系统应不大于 20%。

对于 GB/T19596—2017《电动汽车术语》标准中定义的纯电动汽车（3.1.1.1）和外部充电式混合动力电动汽车（3.1.1.2.2），SOC 估算误差会影响直接其续航里程，因此 SOC 估算

需要具有较高的精度要求。

依据相关企业反馈意见，镍氢电池系统 SOC 使用范围为 40-80%，通过试验数据和实例证明（参见图 1 和图 2），镍氢电池在 SOC 估算发生 20%偏离的情况下，对充放电循环特性没有影响，并且考虑镍氢电池比锂离子电池具有更好的耐过充电性能。所以，适当放宽了非插电式混合动力电动汽车的 SOC 估算精度的要求，同时也降低了对于镍氢电池 SOC 估算累计误差的精度要求。

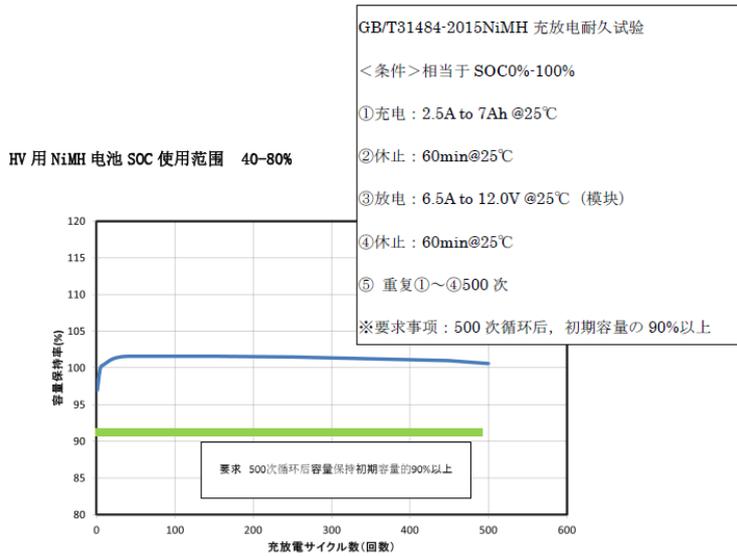


图 1 镍氢电池充放电循环曲线

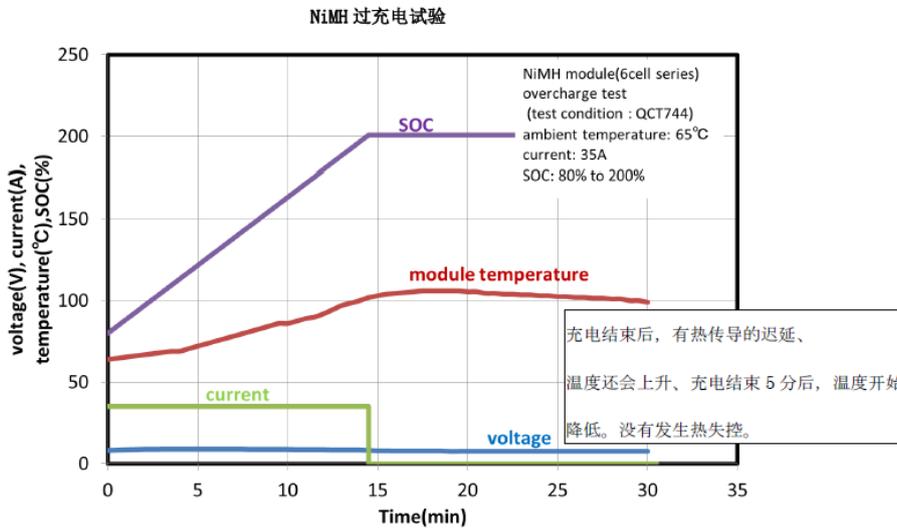


图 2 镍氢电池过充电试验

(6) 绝缘性能

为了保证电动汽车动力电池系统的系统安全，提升了电池管理系统绝缘性能的要求。绝缘电阻分为工作情况和不工作情况，在不工作时要求系统自身的绝缘电阻不小于 10MΩ，与 GB/T 28046.2 通用标准的要求一致。电池管理系统工作时，由于绝缘检测电路的接入会降低整个系统的绝缘电阻，标准规定电池管理系统绝缘电阻符合 GB/T 18384.3 电动汽车安全标准的要求。

（7）环境适应性

通过与电动汽车整车企业的反复讨论，逐渐明确了电动汽车整车对电池管理系统的要求，标准中重点完善了对于电池管理系统电气环境、气候环境、机械环境以及电磁环境的性能要求以及测试方法。

三、主要试验（或验证）情况分析

（1）状态参数测量精度试验

考虑到测试的可重复性与可实施性，标准规定参数精度试验可以采用配置电池系统或者通过电池模拟系统进行。基于本标准规定的电池管理系统通用工作条件，因此各状态参数测量精度均规定在 -20°C 、 25°C 和 60°C 三个温度环境下进行测试。

其中，由于状态参数测量精度需要同时满足满量程精度以及最小测量误差的两方面的要求，因此，规定总电压和总电流需要分别在0%、50%、100%满量程上进行试验。

单体（电芯组）电压测量精度分别根据电池特性的不同，选定三个电压值进行试验。

考虑电池管理系统应该具有系统全应用范围内的温度测量能力，因此温度测量精度规定必须在5个典型温度点（ -40°C 、 0°C 、 25°C 、 40°C 、 125°C ）进行试验。

充分考虑应用中系统绝缘正常、绝缘降低多级报警临界值以及绝缘破坏多种情况，标准规定分别40%、60%、80%、100%电压满量程下，接入5种（ $80\Omega/\text{V}$ 、 $100\Omega/\text{V}$ 、 $300\Omega/\text{V}$ 、 $500\Omega/\text{V}$ 和 $2\text{k}\Omega/\text{V}$ ）不同标准绝缘电阻阵列，进行绝缘电阻测量精度试验。

（2）SOC估算精度试验

SOC累计误差精度测试需要选择电池管理系统适用的最小单元系统进行试验，考虑目前主流的SOC估算方法为安时积分累积同时采用其他方法修正，将SOC测试分为SOC累计误差测试和SOC误差修正速度测试。其中安时累积作为BMS基本功能，标准中列为规范性附录，提出精度要求，SOC范围设定在30%~80%之间。SOC误差修正速度因算法不同存在差异，列为推荐性附录，对精度不做要求，分别在低端SOC（ $\leq 30\%$ ），中间SOC（30%-80%），高端SOC（ $\geq 80\%$ ）三段区间进行测试。

测试工况选取了行业内使用较广的美国城市运行工况DST和FUDS。考虑不同温度下SOC误差不同，要求在 0°C 、 25°C 和 40°C 三个温度进行测试，其中低温考虑测试工况中存在制动时的充电过程，为保证电池安全性，选在 0°C 以上；高温 40°C 为不强制要求，由检测机构在参考制造商技术规范的基础上选做。

（3）绝缘性能试验

绝缘电阻和绝缘性能基本试验方法主要参考汽车领域通用标准GB/T 28046.2，但是考虑电动汽车存在高压系统，并且根据最新发布的电动汽车安全要求标准GB/T 18384和具有相同电压等级的电动汽车传导充电系统标准GB/T 18487，适当提高了试验电压等级，以保障整个电池系统的运行安全。

绝缘电阻考虑不同的试验类型，出厂试验为直接进行测试；型式试验为湿热循环后进行

测试。

(4) 电气适应性能试验

由于电池管理系统的电气环境与传统汽车电子设备基本相同,因此电池管理系统的电气适应性试验基本参考 GB/T 28046.2,选取直流供电电压、过电压、叠加交流电压、供电电压缓和缓降、供电电压瞬态变化、反向电压和短路保护作为主要测试项目。

(5) 环境适应性能试验

本标准中环境适应性能试验分为机械环境适应性和气候环境适应性两部分。

机械环境适应性能主要包括正弦振动、随机振动、机械冲击以及跌落。其中正弦振动和随机振动试验方法与电池管理系统在车上的安装位置密切相关,由于目前电动汽车应用车型繁多,技术方案多样,尚不能对电池管理系统在车上位置进行统一规定,因此在标准中仅规定试验方法和试验等级由整车厂和制造商根据电池管理系统具体安装位置协商确定。而机械冲击和跌落模拟测试情况相对明确,试验方法参照 GB/T 28046.3 标准。

气候环境适应性主要包括高低温性能、温度梯度、温度循环、耐盐雾和湿热循环试验项目。由于电池管理系统使用气候环境与传统汽车基本相同,气候环境适应性试验基本参考 GB/T 28046.4,测试温度根据本标准规定的电池管理系统通用使用条件进行设定。

此外,由于系统实际安装位置和安装形式直接决定被测对象是否存在测试环境条件,因此在标准中规定完全放置在乘员舱、行李舱、货舱或者舱体防护等级达到 IP67 的电池舱内的电池管理系统,可以不进行盐雾试验。

(6) 电磁兼容性能试验

考虑整车对电池管理系统的要求,电磁兼容性能试验包括电源线瞬态传导抗扰度试验、信号线/控制线瞬态传导抗扰度试验、辐射抗扰度、大电流注入、磁场抗扰度、静电放电、传导骚扰、辐射骚扰,基本试验方法参考汽车领域的成熟标准,测试强度和功能要求通过前期开展电池管理系统技术水平调研的数据确定,并且充分参考 ECE R10 的最新要求。由于电动汽车动力电池存在高电压系统,整车电磁环境与传统汽车略有区别,因此参考电压等级相同的其他领域标准,增加了电快速瞬态脉冲群抗扰度试验。

(7) SOP 估算精度试验

SOP 估算精度测试需要选择电池管理系统适用的最小电池单元系统进行试验。电池 SOP 与环境温度和 SOC 都相关,所以标准中规定了 10℃、25℃、40℃三个温度点和 80%、50%、30% 三个 SOC 点。具体测试方法参照了 SOP 的定义,采用试测加曲线拟合的方法,一方面保证测试精度,一方面确保测试的可操作性。目前各厂家对 SOP 给出的限制条件不同,标准中重点考察最为关键的 BMS 对电池能力评估功能。因各厂家留有的裕量也不同,因此该项测试只给出推荐测试方法,不进行指标要求。

(8) 均衡试验

均衡测试可以选择锂离子电池管理系统最小均衡管理单元,但为保证测试方案的可操作

性，电池串联数不能低于 5 串。均衡测试方法的基本思路为人为设置电池的不一致状态，通过充放电循环，给予 BMS 足够时间进行调整，评估系统均衡效果。测试方案考虑了主动均衡和被动均衡不同技术路线，同时设置了偏高的 SOC 和偏低的 SOC；测试对象原则上为一致性较好的新电池组，但考虑新电池不可避免地存在较小的不一致，对所有单体采取了低端（即放空）对齐的方式，最终也采用放电容量差进行评估，将单体电池间的差异的影响降到最小。

由于各厂家目前的均衡方案不同，且部分 BMS 不具有均衡功能，所以该项只给出推荐性测试方法，不进行指标要求。

(7) 检验对象

考虑目前电池管理系统存在集中型、分散型等多种技术实现方案，并且出现相关功能逐渐与整车控制相结合的趋势，对于涵盖在电池管理系统定义中的各项功能均需进行测试，根据目前电池管理系统的构成，标准明确了各项性能的测试对象。

表 1 标准检验项目测试对象

序号	检验项目	要求条文号	检验方法条文号	检验对象
1	状态参数测量精度	4.4	5.2	蓄电池管理系统
2	SOC 估算精度	4.5	5.3	蓄电池管理系统
3	电池故障诊断	4.6	5.4	蓄电池管理系统
4	绝缘性能	4.7	5.5	安装在电池包内部的蓄电池电子部件和蓄电池控制单元、安装在电池包外部与蓄电池系统有电气连接的蓄电池电子部件和蓄电池系统控制单元（隔离通信接口除外）
5	电气适应性性能	4.8	5.6	安装在电池包内部的蓄电池电子部件和蓄电池控制单元、安装在电池包外部与蓄电池系统有电气连接的蓄电池电子部件和蓄电池系统控制单元
6	环境适应性性能	4.9	5.7	安装在电池包内部的蓄电池电子部件和蓄电池控制单元、安装在电池包外部与蓄电池系统有电气连接的蓄电池电子部件和蓄电池系统控制单元
7	电磁兼容性性能	4.10	5.8	安装在电池包内部的蓄电池电子部件和蓄电池控制单元、安装在电池包外部与蓄电池系统有电气连接的蓄电池电子部件和蓄电池系统控制单元

四、明确标准中涉及专利的情况

本标准的主要技术内容及相关测试方法均不涉及专利。

五、预期达到的社会效益、对产业发展的作用等情况

随着国家政策强力助推新能源汽车产业发展，行业已经进入高速增长期。电池管理系统

(BMS) 作为连接动力电池与电动汽车的重要纽带，在保障动力电池安全及寿命的核心地位越来越被行业认识。2011 年，我国发布了 QC/T 897-2011 《电动汽车用电池管理系统技术条件》行业标准，主要规定了电池管理系统必须的基本功能，其在电动汽车初期发展阶段起到很好的指导作用。然而随着电动汽车的逐渐推广和应用，电动汽车基于系统级对车载动力电池的管理系统提出更高的功能性需求以及安全要求。

本标准作为国内电池管理系统的主要测试标准，基于对电动汽车动力电池系统进一步深入研究，主要规范了电动汽车用蓄电池管理系统的术语与定义、技术要求、试验方法、检验规则。本标准根据目前技术发展和多年的试验研发经验制定，为我国电动汽车电池管理系统的设计制作、生产应用和直流检验提供了技术依据，对推动企业技术进步、加强行业管理具有重要意义。

六、采用国际标准和国外先进标准情况，与国际、国外同类标准水平的对比情况，国内外关键指标对比分析或与测试的国外样品、样机的相关数据对比情况

本标准在修订过程中未采用国际和国外先进标准。

七、在标准体系中的位置，与现行相关法律、法规、规章及标准，特别是强制性标准的协调性

本标准制定过程中，参考了现有 GB/T 19596—2017 《电动汽车术语》、GB 《电动汽车用动力蓄电池安全要求》、GB/T 18384.3 《电动汽车安全要求》、GB/T 28046 《道路车辆 电气及电子设备的环境条件和试验》等标准内容，与现行的相关法律、法规、规章及标准保持协调一致。

电池管理系统作为电池包和系统的关键控制部件，工作环境温度与电池包和系统一致，本标准中有多项温度范围指标，与 GB 《电动汽车用动力蓄电池安全要求》中的温度范围的含义接近，但又不完全相同，在本标准制定时，与 GB 《电动汽车用动力蓄电池安全要求》进行了协调。

表 2 本标准与 GB 《电动汽车用动力蓄电池安全要求》温度范围协调情况

序号	设置温度	本标准	GB《电动汽车用动力蓄电池安全要求》	协调情况
1	工作温度	-20℃~60℃	无	
2	贮存温度	-40℃~85℃	无	
3	状态参数测量精度-锂电池	-20℃~60℃范围内温度检测精度不大于±2℃ 在-40℃~-20℃以及60℃~125℃范围内，温度检测精度不大于±3℃	无	
4	状态参数测量精度-镍氢电池	在-20℃~60℃范围内温度检测精度不大于±3℃ 在-40℃~-20℃以及60℃~125℃范围内，温度	无	

		检测精度不大于±5℃。		
5	温度梯度	在-20℃至 60℃间的每个温度点，功能状态都应达到 A 级。(5℃梯度)	无	
6	温度循环	Tmin-Tmax (-20℃~60℃)	-40℃-85℃	BMS: 工作状态 GB: 静置, 非工作状态
7	试验温度	25℃±5℃	22℃±5℃	BMS 沿用 QC/T 897 GB 与 UN GTR 20 协调
8	湿热循环	25℃~60℃	25℃~60℃	DUT 都处于工作状态; 上限温度 GB 与 UN GTR 20 协调, BMS 与 QC/T 897 协调, 最终统一 BMS 标准与电池安全 GB 一致。
9	温度冲击	无	-40℃-60℃	

八、重大分歧意见的处理经过和依据

关于 SOC 估算精度测试，存在的分歧意见为：SOC 是一个多因素影响下的综合计算出的值，不应把 SOC 累积误差和 SOC 误差修正速度两部分分开。

处理经过及依据：本标准目前的测试方法及要求主要针对误差的来源，影响 SOC 误差的因素很多，首先是安时积分的精度，其次是初始误差，其中修正算法部分又与模型误差密切相关，另外，SOC 的误差还涉及电池的老化问题。

其中，直接和 BMS 硬件相关的 SOC 估算指标为累积误差，其主要取决于电流采样的精度及采样频率，是针对 BMS 直接可获得的参数（与电池无关），目前大部分 BMS 能够控制采样精度及时间，相关测试可在较短时间内完成，并且具有良好的复现性。因此，基于原有 QC/T 897—2011 标准中的测试要求，本标准对 SOC 估算累计误差提出了更高的要求。

初始误差的修正除与 BMS 中的算法相关外，同时与电池类型及工况直接相关，不同电池的类型和不同的运行工况会对该项测试的结果影响较大，考虑初始误差修正速度在 BMS 技术发展过程中已经逐渐被重视并已有解决方案，本标准将其列为推荐性的测试方法，并较为详细地给出测试过程。依据目前的标准推荐测试，测试过程大概需要耗时 3-4 天。但是，初始误差修正速度需要修正时间和修正后的误差两个物理量来评估，由于各厂家使用的修正方法路线存在较大差异，目前难以给出明确的性能要求。

由于老化造成的 SOC 误差，严重依赖于电池的老化路径，并且测试需要模拟出电池循环上百次甚至上千次的老化状态，在短期内难以完成。考虑测试的时效及可操作性，对此标准中未进行测试说明。

综合以上内容，目前考虑 SOC 的所有误差来源进行完整的综合性测试比较困难，其测

试时间较长，耦合在一起难以真实地评价一款 BMS 的估算精度，所以本标准将完全与 BMS 相关与电池无关的累积误差做了明确的要求；对具有可操作性的初始误差修正速度给出了测试方案，但并未做出要求；回避了耗时长，可操作性差，严重依赖电池衰退的老化因素影响。

九、标准性质的建议说明

本标准可作为推荐性国家标准指导电动汽车电池管理系统的研发、生产与检测。

十、贯彻标准的要求和措施建议

本标准对于电动汽车动力蓄电池的运行安全具有重要保障作用，建议电池管理系统设计与研发企业以此标准作为基本依据进行产品开发，不断提高产品的技术水平。

十一、废止现行相关标准的建议

无。

十二、其他应予说明的事项

本标准的制定主要基于目前国内电池管理系统的整体技术水平，生产企业也给予了积极的支持。由于目前电动汽车电池管理与整车控制尚未达到完全成熟阶段，技术方案尚处于不断发展过程中，因此建议本标准按照推荐性标准实施。