

ICS 43.080

CCS T 47

DB 46

海南省地方标准

DB 46/T 555—2021

在用电动车动力电源系统测试技术规程

Test technical regulation for power system of in-use electric vehicles

2021 - 09 - 16 发布

2021 - 11 - 01 实施

海南省市场监督管理局 发布

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由海南省工业和信息化厅提出并归口。

本文件起草单位：海南省新能源汽车促进中心、深圳市瑞能实业股份有限公司、深圳市计量质量检测研究院、海南瑞能时代新能源有限公司、海南中力焕能新能源科技有限公司、海南省计量测试所、海南省交通投资控股有限公司。

本文件主要起草人：陈铁梅、李达、赵明、毛广甫、汤帅、钟东、莫淑琴、熊凯、王高峰、杨桂芬、阮旭华。

在用电动汽车动力电源系统测试技术规程

1 范围

本文件规定了在用电动汽车动力电源系统的检测项目、检测要求、检测方法。
本文件适用于以锂离子电池作为动力来源的在用电动汽车。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB 18384-2020 电动汽车安全要求
- GB/T 18411-2018 机动车产品标牌
- GB/T 18487.1-2015 电动车辆传导充电系统第1部分：通用要求
- GB/T 19596-2017 电动汽车术语
- GB/T 20234.1-2015 电动汽车传导充电用连接装置第1部分：通用要求
- GB/T 27930-2015 电动汽车非车载传导式充电机与电池管理系统之间的通信协议
- GB/T 31467-2015 电动汽车用锂离子动力蓄电池包和系统
- GB/T 31484-2015 电动汽车用动力蓄电池循环寿命要求及试验方法
- GB/T 34657.2-2017 电动汽车传导充电互操作性测试规范第2部分：车辆
- GB/T 38661-2020 电动汽车用电池管理系统技术条件

3 术语和定义

GB/T18487.1-2015、GB/T 19596-2017、GB/T 27930-2015所界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

动力电源系统 power system

动力蓄电池包、蓄电池管理系统、保护装置、通讯线路、车载充电机、连接线缆等的组合。

3.2

动力蓄电池 power battery

为电动汽车动力系统提供能量的蓄电池。

3.3

蓄电池包 battery pack

通常包括蓄电池组、蓄电池管理系统、蓄电池箱及相应附件（冷却部件、连接线缆等），具有从外部获得电能并可对外输出电能的单元。

[来源：GB/T19596-2017，3.3.2.1.9]

3.4

蓄电池管理系统 battery management system

监视蓄电池的状态（温度、电压、荷电状态等），可以为蓄电池提供通信、安全、电芯均衡及管理控制，并提供与应用设备通信接口的系统。

[来源：GB/T19596-2017，3.3.2.1.10]

3.5

动力蓄电池系统 power battery system

一个或一个以上蓄电池包及相应附件（蓄电池管理系统、高压电路、低压电路、热管理设备以及机械总成）构成的为电动汽车整车的行驶提供电能的能量存储装置。

[来源：GB/T19596-2017，3.1.2.1.9]

3.6

车载充电机 on-board charger

固定安装在电动汽车上，将公共电网的电能变换为车载储能装置所要求的直流电，并给车载储能装置充电的设备。

3.7

连接方式 types of connection

使用电缆和连接器将电动汽车接入电网（电源的方法）。

[来源：GB/T18487.1-2015，3.1.3]

3.8

传输协议 transport protocol

数据链路层的一部分，为传送数据9-1785字节的PGN提供的一种机制。

[来源：GB/T 27930-2015，3.12]

3.9

可用充电容量 available charging capacity

通过充电可用容量检测常规测试法（6.1.2）获得的动力蓄电池系统容量。

3.10

荷电状态 state of charge

当前蓄电池中按照规定放电条件可以释放的容量占可用容量的百分比。

[来源：GB/T19596-2017，3.3.3.2.5]

3.11

内阻 internal resistance

动力蓄电池系统内部电流流动的阻碍因素，包含电子电阻和离子电阻。

4 符号和缩略语

下列符号和缩略语适用于本文件。

BMS： 电池管理系统（Battery Management System）

SOC： 荷电状态（State of Charge）

FS： 满量程（Full Scale）

5 检测要求

5.1 检测环境要求

除非另有规定，检测时应满足以下环境条件要求：

- a) 温度为 5℃~55℃；
- b) 相对湿度为 35~99%；
- c) 大气压力为 86kPa~106kPa。

5.2 检测供电电源要求

检测时供电电源应满足以下要求：

- a) 频率：50Hz±0.5Hz；
- b) 交流电源电压：220V/380V，允许偏差±5%；
- c) 交流电源波形：正弦波，波形畸变因数不大于 5%；
- d) 交流电源系统的不平衡度不大于 5%；
- e) 交流电源系统的直流分量：偏移量不大于峰值的 2%。

5.3 检测仪器准确度要求

5.3.1 所有检测仪器应具有足够的准确度，具体应满足以下要求：

- a) 电压测量装置：不低于 0.5 级；
- b) 电流测量装置：不低于 0.5 级；
- c) 温度测量装置：±0.5℃；
- d) 时间测量装置：±0.1%；
- e) 尺寸测量装置：±0.1%；
- f) 质量测量装置：±0.1%。

5.3.2 测试过程中，对充放电装置等控制仪器的控制进度要求如下：

- a) 电压：±1%；
- b) 电流：±1%；

c) 温度: $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 。

[来源: GB/T 31467-2015, 5.2节]

5.4 其它要求

5.4.1 所有检测均在充分安全保护的环境条件下由专业检测人员进行, 具体应满足以下要求:

- a) 设备或装置接地或短路情况正常;
- b) 环境无水汽或凝露;
- c) 需打开设备或装置时, 绝缘防护措施如绝缘手套等必须到位;
- d) 检测人员需熟悉设备或装置操作注意事项。

5.4.2 除非另有规定, 不得对车辆进行拆卸操作, 不得改变车辆原有控制策略。

6 检测方法

6.1 动力蓄电池系统

6.1.1 外观检查

在良好的光线条件下, 用目视法检查电池系统外壳、螺栓、线束、连接件部位, 满足如下要求:

- a) 动力蓄电池系统外壳无明显机械损伤及锈蚀;
- b) 铭牌、安全警示标识符合 GB/T 18411-2018 要求且保持完整清晰;
- c) 螺栓、螺母紧固, 锁销、垫圈及胶垫完好有效;
- d) 线束绝缘层无损, 连接处防护可靠;
- e) 接插件连接牢靠, 无破损、松脱。

6.1.2 可用充电容量

6.1.2.1 常规容量测试

- a) 通过车载设备、测功机或充放电一体机放电至车辆制造商规定的放电截止条件;
- b) 静置 30min;
- c) 按照车辆制造商规定的充电规程充电至截止条件, 记录充电过程中的总容量, 即可用充电容量 Q_a 。

6.1.2.2 快速容量测试

- a) 可使用但不限于使用汽车故障诊断仪读取车辆的历史故障信息, 在确保无 SOC 异常故障的条件下进行步骤 b);
- b) 通过车载设备、测功机或充放电一体机调整动力蓄电池的 SOC 状态至 50%;
- c) 静置 30min;
- d) 以车辆制造商推荐的充电机制充电, 记录 SOC 在 $[SOC_1, SOC_2]$ ($SOC_2 - SOC_1 \geq 5\%$) 区间时的充电容量 Q_b ;
注: SOC_1 、 SOC_2 为整点跳转 SOC 值。
- e) 依据下式计算可用充电容量 Q_a :

$$Q_a = \frac{Q_b}{SOC_2 - SOC_1} \dots \dots \dots (1)$$

注：容量判断标准可参考标准GB/T 31484-2015中5.2章节要求。

6.1.3 内阻测试

在检测环境条件下，按以下步骤检测内阻值：

- a) 通过车载设备、测功机或充放电一体机调整动力蓄电池的SOC状态至50%；
- b) 静置30min；
- c) 以车辆制造商允许的最大充电电流 I_{max} 充电10s，记录初始电压 U_0 及第10s的电压 U_1 ；
- d) 按照下式直流内阻 R_{cha} ：

$$R_{cha} = \frac{U_1 - U_0}{I_{max}} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

6.1.4 绝缘电阻测试

在最大工作电压下，直流电路绝缘电阻应不小于 $100\Omega/V$ ，交流电路应不小于 $500\Omega/V$ 。如果直流和交流的B级电压电路可导电的连接在一起，则应满足绝缘电阻不小于 $500\Omega/V$ 的要求。

具体按照GB 18384-2020中6.2.1的方法进行动力电池系统绝缘电阻测试，详见附录B。

6.2 蓄电池管理系统

6.2.1 功能要求

蓄电池管理系统能够通过标准充电CAN2.0B通信协议与外部设备（如充电器）交互，且支持外部设备通过标准充电CAN2.0B通信协议对蓄电池管理系统进行放电功能命令修改（蓄电池管理系统支持放电功能），数据传输速率与记录格式符合GB/T 27930-2015要求。

6.2.2 总电压测量精度

在检测环境条件下，检测动力电池系统的电压值，将蓄电池管理系统采集数据与检测仪器的检测数据进行比较。

- a) 读取车载BMS的电压数据 V_{bms} ；
- b) 检测充电端口正负之间的电压 V_{test} ；
- c) 根据下列公式计算总电压偏差：

$$\Delta V = |V_{bms} - V_{test}| \dots\dots\dots (3)$$

- d) 根据下列公式计算总电压精度：

$$\sigma_v = \frac{\Delta V}{V_{test}} \times 100\% \dots\dots\dots (4)$$

式中：

V_{bms} ：电动车BMS显示电压值

V_{test} ：检测仪器实际量测电压值

ΔV ：总电压偏差值

σ_v ：总电压精度

6.2.3 总电流测量精度

在检测环境条件下，以车辆规定的充电规程对动力蓄电池系统充电，将蓄电池管理系统采集数据与检测设备的检测数据进行比较。

- a) 车辆充电过程中，读取车载 BMS 的电流数据 I_{bms} ；
- b) 车辆充电过程中，检测实际电流输出值 I_{test} ；
- c) 根据下列公式计算总电流偏差；

$$\Delta I = |I_{bms} - I_{test}| \dots\dots\dots (5)$$

- d) 根据下列公式计算总电流精度

$$\sigma_i = \frac{\Delta I}{I_{test}} \times 100\% \dots\dots\dots (6)$$

式中：

- I_{bms} ：电动车BMS显示电流值
 I_{test} ：检测仪器实际量测电流值
 ΔI ：总电流偏差值
 σ_i ：总电流精度

6.2.4 充电 SOC 估算误差

SOC估算误差与可用充电容量测试同时进行，按以下步骤进行：

- a) 以 1s 为采样周期，记录每秒车辆 BMS 的 SOC 读数 SOC_i ($i=1, 2, 3, \dots, n$) 及充电设备累计输出容量 Q_i ($i=1, 2, 3, \dots, n$)；
- b) 根据 6.1.2 提供的方法计算可用充电容量 Q_a ；
- c) 根据下式计算第 i 秒的实际 SOC'_i ($i=1, 2, 3, \dots, n$)：

$$SOC'_i = \left(1 - \frac{Q_n - Q_i}{Q_a}\right) \times 100\% \dots\dots\dots (7)$$

式中 Q_n 为动力电池系统达到充满电截止条件时充电设备的累计输出容量；

- d) 根据下式计算 SOC 估算误差：

$$\Delta SOC = \text{Max}(|SOC'_i - SOC_i|) \dots\dots\dots (8)$$

注：总电压和总电流精度、SOC累积误差值可参考标准GB/T 38661-2020。

6.3 充电系统

6.3.1 充电参数限值

以车辆制造商规定的充电规程充电，检测充电过程中电流及电压值。

6.3.2 漏电流值

使用泄漏电流测试仪检测电动汽车充电过程中充电设备对车身的漏电流值。测试电压为充电过程中充电设备施加给车辆的实时电压。

6.3.3 插座-枪头接触阻抗

使用接触电阻测试仪检测电动汽车充电过程中插座与枪头的接触阻抗。测试电压为充电过程中充电设备施加给车辆的实时电压。按照GB/T 20234.1-2015中6.14的方法进行测试。

6.3.4 充电插座绝缘电阻

按照 GB 18384-2020 中 6.2.2 的方法进行充电插座绝缘电阻测试，详见附录 B。

6.3.5 直流回路接触器粘连测试

将车辆插头与车辆插座完全插合，在不启动充电程序条件下检测枪头处的电压。按照 GB/T 18487-2015 中的方法进行测试。

6.3.6 充电异常状态测试

6.3.6.1 直流充电异常状态测试

直流充电异常状态测试项目、方法及评判标准见表 1，直流充电测试系统结构详见附录 A 图 A.1。

表1 直流充电异常状态测试

序号	测试项目	方法及标准
1	绝缘故障测试	按照 GB/T 34657.2-2017 中 6.2.4.1 进行
2	通信中断测试	按照 GB/T 34657.2-2017 中 6.2.4.2 进行
3	PE 断针测试	按照 GB/T 34657.2-2017 中 6.2.4.3 进行
4	其他充电故障测试	按照 GB/T 34657.2-2017 中 6.2.4.4 进行

6.3.6.2 交流充电异常状态测试

交流充电异常状态测试项目、方法及评判标准见表 1，交流充电测试系统结构详见附录 A 图 A.2。

表2 交流充电异常状态测试

序号	测试项目	方法及标准
1	开关 S3 断开测试	按照 GB/T 34657.2-2017 中 6.3.4.1 进行
2	CC 断路测试	按照 GB/T 34657.2-2017 中 6.3.4.2 进行
3	CP 中断测试	按照 GB/T 34657.2-2017 中 6.3.4.3 进行

7 检测记录表

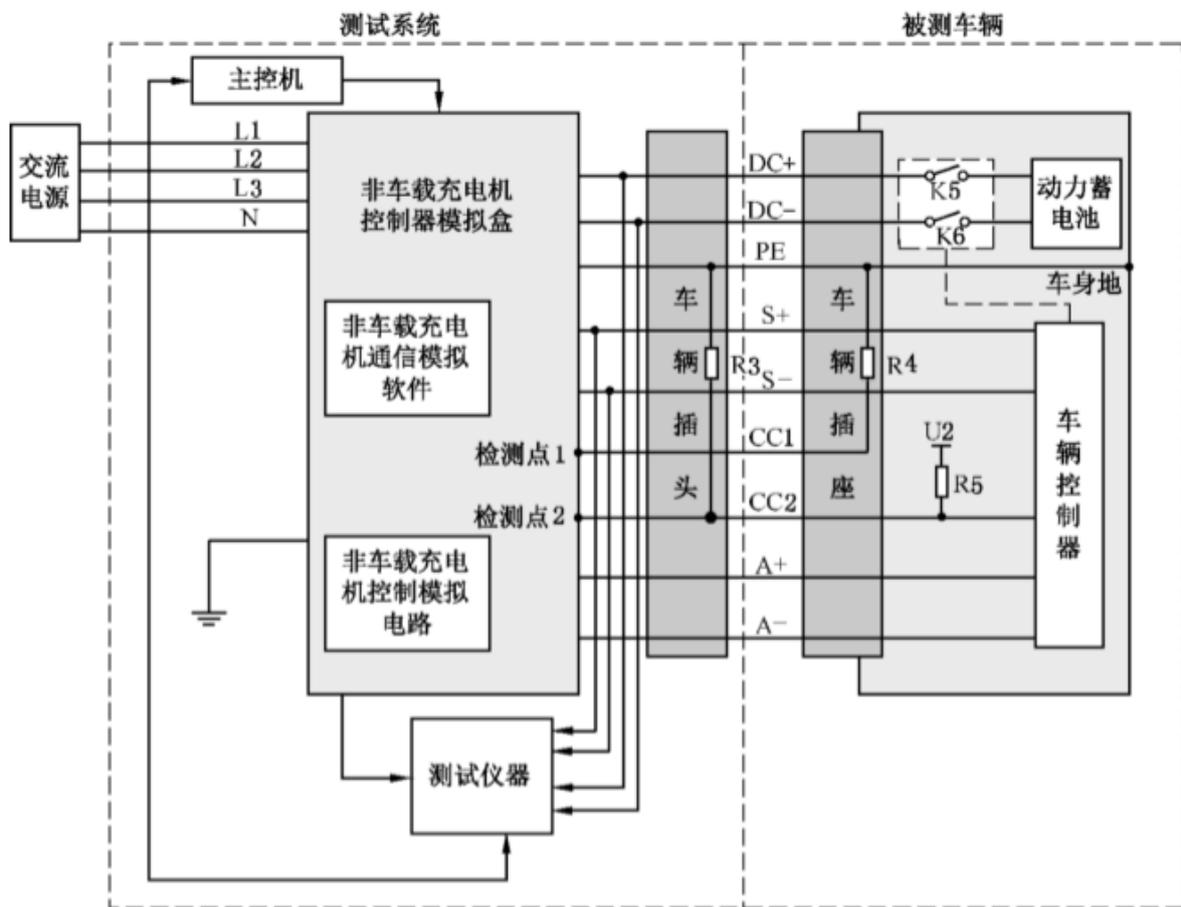
参照本标准检测条件和方法，检测结果数据应按检测记录表格式记录，具体详见附录C。

附录 A

(资料性)

电动汽车充电互操作性系统结构

A.1 电动汽车充电互操作性系统结构有两种，分别是电动汽车直流充电互操作性测试系统结构和电动汽车交流充电互操作性测试系统结构，如图 A.1 和图 A.2 所示。



图A.1 电动汽车直流充电互操作性测试系统结构

附录 B (规范性)

动力蓄电池系统及充电插座绝缘电阻测试方法

B.1 目的

明确动力蓄电池系统及充电插座绝缘电阻测试方法。

B.2 动力蓄电池系统

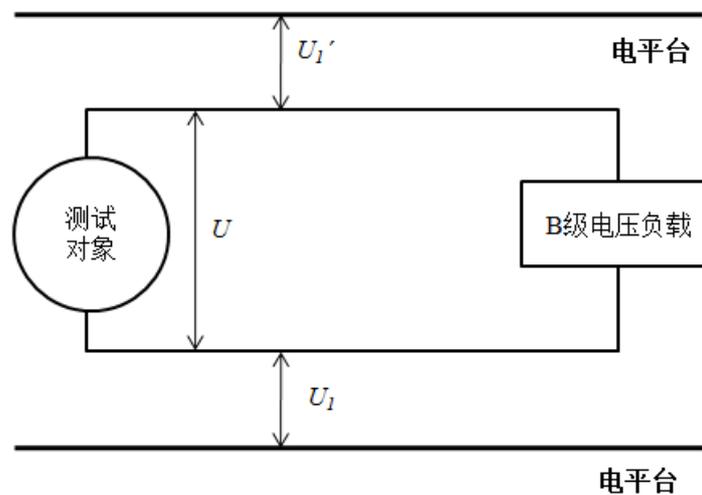
B.2.1 测试准备

电压检测工具的内阻不小于 $10\text{M}\Omega$ 。在测量时若绝缘监测功能会对整车绝缘电阻的测试产生影响，则应将车辆的绝缘监测功能关闭或者将绝缘电阻监测单元从B级电压电路中断开，以免影响测量值，否则制造商可选择是否关闭绝缘监测功能或者将绝缘监测单元从B级电压电路中断开。

B.2.2 测试方法

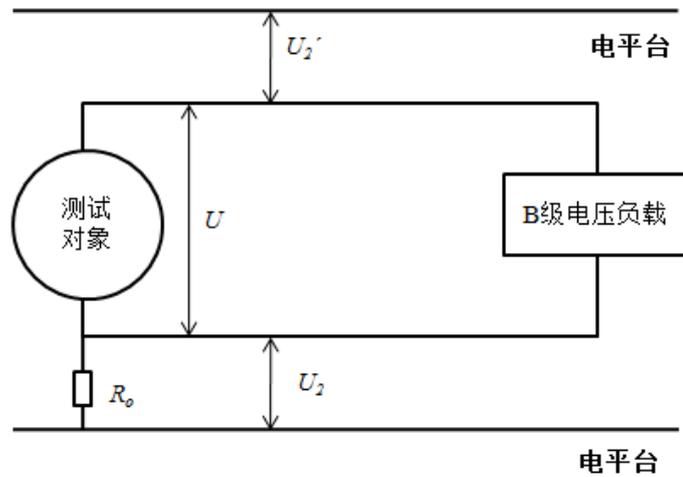
具体测试步骤如下：

- a) 使车辆上电，保证车辆上所有电力、电子开关处于激活状态。
- b) 用相同的两个电压检测工具同时测量动力蓄电池系统的两个端子和电平台之间的电压，如图 B.1 所示，待读数稳定，较高的一个为 U_1 ，较低的一个为 U_1' 。



图B.1 动力蓄电池系统绝缘内阻测试步骤 b)

- c) 添加一个已知电阻 R_0 ，阻值宜选择 $1\text{M}\Omega$ 。如图 B.2 所示并联在动力蓄电池系统的 U_1 侧端子与电平台之间。再用步骤 b) 中的两个电压检测工具同时测量动力蓄电池系统的两个端子和电平台之间的电压，待读数稳定后，测量值为 U_2 和 U_2' 。



图B.2 动力蓄电池系统绝缘内阻测试步骤 c)

d) 计算绝缘电阻 R_i ，方法如下：

R_i 可以适用 R_0 和四个电压值 U_1 、 U_1' 、 U_2 和 U_2' 以及电压检测设备内阻 r ，代入式 (1) 或式 (2) 来计算。

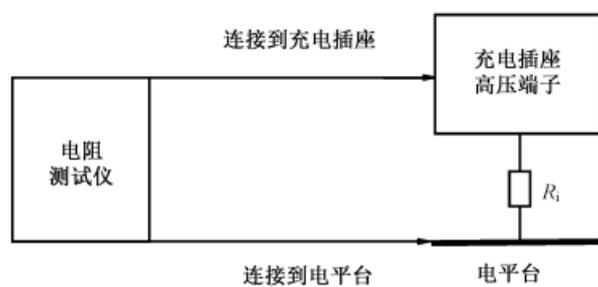
$$\frac{R_i \times r}{R_i + r} = R_0 \left(\frac{U_2'}{U_2} - \frac{U_1'}{U_1} \right) \dots \dots \dots (B.1)$$

$$R_i = \frac{I}{\frac{I}{R_0 \left(\frac{U_2'}{U_2} - \frac{U_1'}{U_1} \right)} + \frac{1}{r}} \dots \dots \dots (B.2)$$

B.3 充电插座绝缘电阻

在动力蓄电池系统绝缘电阻试验后继续进行充电插座绝缘电阻测试，测试方法如下：

- a) 使车辆断电，保证车辆上所有电力、电子开关处于非激活状态；
- b) 将充电插座高压端子，即直流充电插座的正负极端子或者交流充电插座相线端子，用电导线进行短接；
- c) 将绝缘电阻测试设备的两个探针分别连接充电插座高压端子及电平台，见图 B.3；
- d) 测试设备的检测电压应设置为大于最高充电电压；
- e) 读出充电口绝缘电阻值 R_i 。



图B.3 充电口绝缘内阻测试步骤 c)

此外，也可以用绝缘电阻测试设备分别测试充电插座各高压端子与车辆电平台间的绝缘电阻值，测试设备的检测电压要求大于最高充电电压，再计算并联结果，即为充电插座绝缘电阻。

附录 C
(资料性)
检测记录表

基本信息					
送检人/单位				送检日期	
联系方式				车辆所有人	
号牌		品牌/型号		VIN 码	
初次登记日期		出厂年月		满载质量	
动力蓄电池标称容量		电池类型		里程表读数	
温度		湿度		大气压	
车辆类型	营运车辆： <input type="checkbox"/> 乘用车 <input type="checkbox"/> 客车				
	非营运车辆： <input type="checkbox"/> 乘用车 <input type="checkbox"/> 客车				
检测结果					
项目		检测值	单位	检测标准或参考值	备注
动力蓄 电池 系统	外观	<input type="checkbox"/> 正常	/	/	N/A
		<input type="checkbox"/> 其他	/	/	N/A
	充电可用容量		%	$\geq 80\%$	常规容量法，符合 GB/T 31484-2015，同时参考生产企业的动力电池组循环寿命指标
			%	$\geq 80\%$	快速容量法，符合 GB/T 31484-2015，同时参考生产企业的动力电池组循环寿命指标
	内阻		m Ω	/	N/A
	绝缘电阻			Ω/V	$\geq 100\Omega/V$
			Ω/V	$\geq 500\Omega/V$	符合 GB18384-2020 交流或混合电路绝缘阻值
电池管 理系统	总电压测量精度		%	$\leq \pm 1\%$	符合 GB/T 38661-2020
	总电流测量精度		%	$\leq \pm 2\%$	符合 GB/T 38661-2020
	SOC 估算累积误差		%	$\leq 5\%$	符合 GB/T 38661-2020
充电 系统	充电参数限值	<input type="checkbox"/> 其他	V	/	符合车辆充电电压范围
		<input type="checkbox"/> 正常	V	/	符合车辆充电电压范围
	漏电流值		mA	/	N/A
	插座-枪头接触阻抗		m Ω	/	满足 GB/T20234.1-2015 中 6.14 要求

充电 系统	充电插座绝缘电阻		Ω / V	$\geq 100\Omega / V$	符合 GB18384-2020 直流电路绝缘阻值
			Ω / V	$\geq 500\Omega / V$	符合 GB18384-2020 交流或混合电路绝缘阻值
	直流回路接触器连测试	<input type="checkbox"/> 正常	/	符合标准要求	符合 GB/T18487.1-2015
		<input type="checkbox"/> 异常	/	符合标准要求	符合 GB/T18487.1-2015
	充电异常状态测试	<input type="checkbox"/> 正常	/	符合标准要求	符合 GB/T34657.2-2017
		<input type="checkbox"/> 异常	/	符合标准要求	符合 GB/T34657.2-2017

主检：

审核：

签发：
