



中华人民共和国国家标准

GB/T XXXXX—XXXX

电动汽车用混合电源技术要求

Technical specifications of hybrid power source for electric vehicles

（征求意见稿）

（本稿完成时间：2020-09-01）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

电动汽车用混合电源技术要求

1 范围

本标准规定了电动汽车用混合电源系统的技术要求和试验方法。

本标准适用于48 V混合电源系统，其他类型的混合电源系统可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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/T 2408—2008 塑料燃烧性能的测定 水平法和垂直法

GB/T 19596 电动汽车术语

GB/T 31467.1—2015 电动汽车用锂离子动力蓄电池包和系统 第1部分 高功率应用测试规程

GB 38031—2020 电动汽车用动力蓄电池安全要求

3 术语和定义

GB/T 19596界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

混合电源系统 hybrid power source system

由两个或两个以上不同种类或电压等级的可充电储能装置组成的电能供给系统。

注：通常包括可充电储能装置、控制单元、电池管理系统、DC/DC变换器以及相应附件（低压电路及机械总成等）。

3.2

48 V 混合电源系统 48 V hybrid power source system

由48 V电源和12 V电源组成的混合电源系统，其典型结构示意图见图A.1。

3.3

48 V 电源 48 V power source

标称电压为48 V的可充电储能装置，通常为锂离子蓄电池或镍氢蓄电池。

3.4

12 V 电源 12 V power source

标称电压为12 V的可充电储能装置，通常为铅酸蓄电池或锂离子蓄电池。

4 符号与缩略语

下列符号和缩略语适用于本文件。

FS: 满量程 (full scale)

I'_{\max} (SOC, T, t): 某SOC, 试验环境温度T, 脉冲持续时间t下的最大允许放电电流

nC: 电流倍率, 等于1h放电容量的n倍

RT: 室温 (room temperature)

SOC: 荷电状态 (state of charge)

5 技术要求

5.1 一般要求

5.1.1 48V混合电源系统典型应用及布置方式见图A.2。

5.1.2 除非另有要求, 48V混合电源系统应在下列环境条件下正常工作:

- a) 环境温度: $-30\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 50\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- b) 相对湿度: $10\%\sim 95\%$;
- c) 海拔高度: $-200\text{ m}\sim 4000\text{ m}$ 。

5.1.3 48V混合电源系统应无明显划痕、毛刺、变形、锈蚀及裂纹等缺陷。

5.1.4 48V混合电源系统各部件外壳上应清晰、牢固地标有产品信息。

5.2 功能要求

5.2.1 48V混合电源系统应具备充放电功能, 用于存储整车制动过程中回馈的电, 以及为整车动力输出提供辅助电能。

5.2.2 48V混合电源系统应具备预充功能。

5.2.3 48V电源宜具备独立的电池管理系统, 用于监测电源电压、电流、温度等参数, 并实现故障诊断、信息记录以及故障处理等功能。

5.3 安全要求

5.3.1 工作电压

48V混合电源系统应满足A级电压电路最大工作电压要求。

5.3.2 电气连接

5.3.2.1 电气接口应采用防错设计, 用于保障各部件能够正确连接。

5.3.2.2 电气接口表面应进行防腐处理, 且不会出现绝缘失效、密封失效等问题。

5.3.2.3 电气连接应牢固可靠, 且不会出现变形、松动、脱落等问题。

5.3.3 机械连接

5.3.3.1 48V混合电源系统各部件宜布置在不易受到碰撞或其他机械损伤的位置。

5.3.3.2 机械连接应牢固可靠, 且不会出现变形、松动、脱落等问题。

5.3.4 阻燃性能

48V混合电源系统各部件外壳及连接线束应符合GB/T 2408-2008中规定的V0级要求。

5.3.5 电源安全

5.3.5.1 48 V电源安全性应符合GB 38031-2020的要求。

5.3.5.2 对于布置在乘客舱内的48 V电源，应至少满足以下一种要求：

- a) 48 V 电源应具备排气装置，在发生排气时通过整车排气管道将气体导出至乘客舱外；
- b) 按照 6.4.2.2 进行排气安全试验，排气成分及浓度应不会对乘客造成伤害；
- c) 制造商应提供安全性说明文件，证明 48 V 电源排气不会对乘客造成伤害。

5.4 电性能要求

5.4.1 容量

48V混合电源系统或48V电源按照6.5.1进行试验，其-20℃放电容量应不低于室温放电容量的70%，0℃放电容量应不低于室温放电容量的90%，40℃放电容量应不低于室温放电容量的95%。

5.4.2 功率性能

48V混合电源系统或48V电源按照6.5.2进行试验，其室温10s最大脉冲充放电倍率应不低于20C，室温10s充放电功率密度应不低于1kW/kg。

5.4.3 无负载容量损失

48V 混合电源系统或 48V 电源按照 6.5.3 进行试验，其无负载容量损失应不低于表 1 中的要求。

表1 48V 混合电源系统无负载容量损失

混合电源系统类型	试验温度	试验周期	容量保持率	容量恢复率
48V 锂离子蓄电池组成的混合电源系统	RT	168 小时（7 天）	95%	97%
	RT	720 小时（30 天）	90%	95%
	40℃	168 小时（7 天）	90%	96%
	40℃	720 小时（30 天）	85%	94%
48V 镍氢蓄电池组成的混合电源系统	RT	168 小时（7 天）	90%	97%
	RT	720 小时（30 天）	85%	96%
	40℃	168 小时（7 天）	85%	97%
	40℃	720 小时（30 天）	70%	95%

5.4.4 存储中容量损失

48V混合电源系统或48V电源按照6.5.4进行试验，其存储中容量损失应不低于表2中的要求。

表2 48V 混合电源系统存储中容量损失

混合电源系统类型	试验温度	试验周期	容量保持率	容量恢复率
48V 锂离子蓄电池组成的混合电源系统	45℃	720 小时（30 天）	85%	92%
48V 镍氢蓄电池组成的混合电源系统	45℃	720 小时（30 天）	70%	95%

5.4.5 高低温启动功率

48V混合电源系统或48V电源按照6.5.5进行试验，其高低温启动功率由供需双方协商确定。

5.5 循环寿命

48V混合电源系统或48V电源按照6.6进行试验，其循环寿命由供需双方协商确定。

6 试验方法

6.1 试验条件

6.1.1 一般条件

6.1.1.1 除非另有要求，试验应在下列环境条件下进行：

- a) 环境温度：22℃±5℃；
- b) 相对湿度：10%~90%；
- c) 大气压力：86 kPa~106 kPa。

6.1.1.2 本标准所提到的室温，是指25℃±2℃。

6.1.1.3 48 V 混合电源系统交付时需要包括必要的操作文件，以及和试验设备相连所需的接口部件（如连接器、插头）。制造商需要提供48 V 混合电源系统的安全工作限值。

6.1.1.4 当试验的目标环境温度改变时，在进行试验前试验对象需要完成环境适应过程：在低温下静置不小于24 h；在高温下静置不小于16 h。试验样品如果包含48 V 混合电源系统控制单元，则环境适应过程需要将其关闭。

6.1.1.5 调整SOC至试验目标值n%的方法：按制造商提供的充电方式将48 V 电源充满电，静置1 h，以1 C恒流放电 $(100-n)/100h$ 。每次SOC调整后，在新的试验开始前试验对象需要静置30 min。

6.1.1.6 试验过程中的放电倍率大小按照本部分的规定执行，充电机制和放电截止条件由制造商提供。

6.1.1.7 如果48 V 电源实际可用容量与额定容量之差的绝对值超过额定容量的5%，则在试验报告中要明确说明，并用实际可用容量代替额定容量用于充放电电流及SOC计算的依据。

6.1.1.8 48 V 电源放电电流符号为正，充电电流符号为负。

6.1.2 试验仪器、仪表准确度

6.1.2.1 试验仪器、仪表准确度应不低于以下要求：

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

6.1.2.2 试验过程中，充放电装置、温控箱等控制仪器的控制精度应不低于以下要求：

- a) 电压：±1%
- b) 电流：±1%
- c) 温度：±2℃

6.2 数据记录

除非另有要求，否则试验数据（如时间、温度、电流和电压等）的记录间隔应不大于100 s。

6.3 试验准备

6.3.1 48 V 混合电源系统的低压、冷却装置及电池管理系统要和试验平台设备相连，开启48 V 混合电源系统的主动和被动保护。试验平台和电池管理系统之间实现正常通讯，试验平台保证试验参数、条

件与试验规程的要求一致，并保证电池系统工作在合理的限值之内，这些限值由电池管理系统通过总线传输至试验平台。必要时电池管理系统的程序可以由 48 V 混合电源系统制造商根据试验规程进行更改。主动保护同时也需要由试验平台保证，必要时可以通过断开 48 V 混合电源系统的主接触器实现。

6.3.2 48 V 混合电源系统试验过程中，48 V 混合电源系统通过总线和试验平台通讯，将 48 V 混合电源系统状态参数和工作限值实时传输给试验平台，再由试验平台根据电池状态和工作限值控制试验过程。

6.3.3 试验平台检测 48 V 混合电源系统的电流、电压、容量或能量等参数，并将这些数据作为检测结果和计算依据。48 V 混合电源系统上传的参数不作为检测结果或试验依据。

6.4 安全试验

6.4.1 阻燃性能

按照GB/T 2408-2008的规定进行试验。

6.4.2 电源安全

6.4.2.1 按照GB 38031-2020的规定进行试验。

6.4.2.2 按照附录B或供需双方商定的方法进行排气安全试验。

6.5 电性能试验

6.5.1 容量

按照GB/T 31467.1-2015中7.1的规定进行试验。

6.5.2 功率性能

6.5.2.1 功率性能试验在室温下进行，试验步骤如表3所示。

表3 功率性能试验步骤

序号	48V 混合电源系统或 48V 电源状态	试验方法章条号
1	环境适应	6.1.1.4
2	标准充电	按照GB/T 31467.1-2015中6.2.1b)
3	标准循环	按照GB/T 31467.1-2015中6.2
4	调整SOC至80%或厂家给定使用上限SOC值	6.1.1.5
5	环境适应	6.1.1.4
6	功率性能试验	6.5.2.2
7	调整SOC至50%或厂家给定SOC值	6.1.1.5
8	环境适应	6.1.1.4
9	功率性能试验	6.5.2.2
10	调整SOC至30%或厂家给定使用下限SOC值	6.1.1.5
11	环境适应	6.1.1.4
12	功率性能试验	6.5.2.2

6.5.2.2 功率性能试验工况分别如表4、图1和图2所示，试验过程中需要记录的数据如表5所示。

表4 功率性能试验工况步骤时间

时间增量 s	累计时间 s	电流
0	0	0
10	10	20C或 $I'_{\max}(\text{SOC}, \text{RT}, 10)$ ，取两者绝对值 之间较大值
30	40	0
10	50	-20C或 $-I'_{\max}(\text{SOC}, \text{RT}, 10)$ ，取两者绝对 值之间较大值
10	60	0

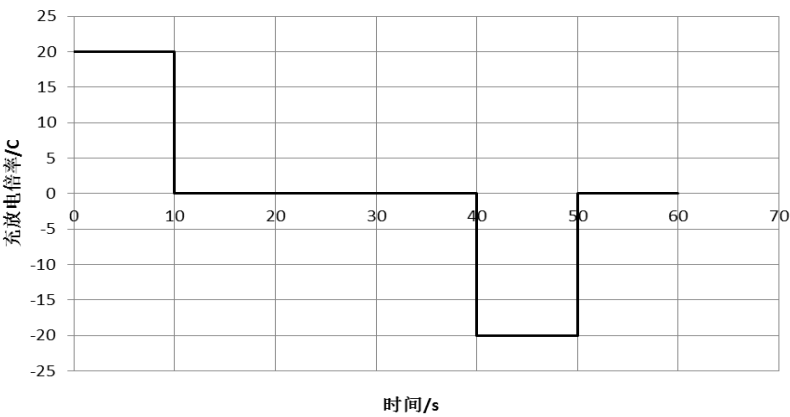


图1 功率特性试验工况一电流示意图

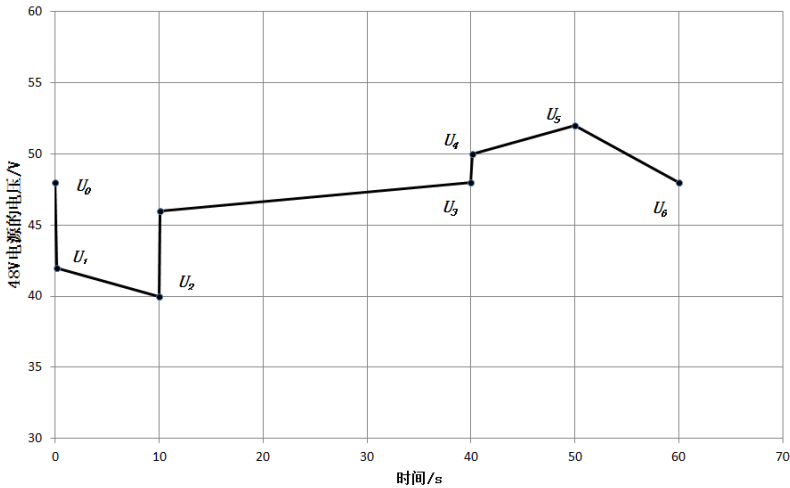


图2 功率特性试验工况一电压示意图

表5 功率特性试验数据记录

时间 s	电压 V	电流 A	对应电流值
0	U_0	I_0	0
0.1	U_1	I_1	20C或 $I'_{\max}(\text{SOC}, \text{RT}, 10)$ ，取 两者绝对值之间较大值

10	U_2	I_2	20C或 $I'_{\max}(SOC, RT, 10)$ ，取两者绝对值之间较大值
40	U_3	I_3	0
40.1	U_4	I_4	-20C或 $-I'_{\max}(SOC, RT, 10)$ ，取两者绝对值之间较大值
50	U_5	I_5	-20C或 $-I'_{\max}(SOC, RT, 10)$ ，取两者绝对值之间较大值
60	U_6	I_6	0
注：试验过程中，48V混合电源系统或48V电源的电压不应超过压保护限值和欠压保护限值。			

6.5.2.3 按照式(1)和(2)分别计算10s充放电功率：

$$P_{10,dch} = U_2 \times I_2 \dots\dots\dots (1)$$

$$P_{10,cha} = U_5 \times I_5 \dots\dots\dots (2)$$

式中：

$P_{10,dch}$ ——10s放电功率，单位kW；

$P_{10,cha}$ ——10s充电功率，单位kW。

6.5.2.4 用衡器测量48 V混合电源系统的质量，然后按照式(3)和(4)分别计算系统充放电功率密度。

$$P_{den,dch} = P_{10,dch} / M \dots\dots\dots (3)$$

$$P_{den,cha} = P_{10,cha} / M \dots\dots\dots (4)$$

式中：

$P_{den,dch}$ ——放电功率密度，单位kW/kg；

$P_{den,cha}$ ——充电功率密度，单位kW/kg；

M ——48 V混合电源系统的质量，单位kg。

6.5.3 无负载容量损失

按照GB/T 31467.1-2015中7.3的规定进行试验。

6.5.4 存储中容量损失

按照GB/T 31467.1-2015中7.4的规定进行试验。

6.5.5 高低温启动功率

按照GB/T 31467.1-2015中7.5的规定进行试验。

6.6 循环寿命试验

6.6.1 试验应在室温或供需双方商定的环境温度中进行。

6.6.2 试验应采用6.6.3或供需双方商定的试验工况进行。

6.6.3 48V混合电源系统试验工况由“主放电工况”和“主充电工况”组成，其中“主放电工况”的放电量略多于充电量，如图3和表6所示；“主充电工况”的充电量略多于放电量，如图4和表7所示。

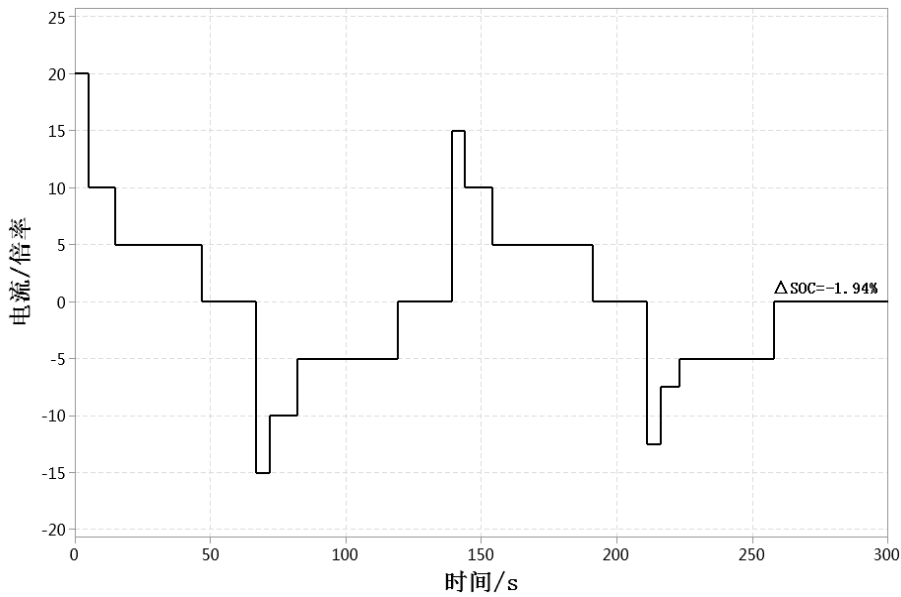


图3 主放电工况示意图

表6 主放电工况试验步骤

时间增量 s	累计时间 s	电流倍率 C	ΔSOC %
5	5	20	-2.778
10	15	10	-5.556
32	47	5	-10.000
20	67	0	-10.000
5	72	-15	-7.917
10	82	-10	-5.139
37	119	-5	0.000
20	139	0	0.000
5	144	15	-2.083
10	154	10	-4.861
37	191	5	-10.000
20	211	0	-10.000
5	216	-12.5	-8.264
7	223	-7.5	-6.806
35	258	-5	-1.944
42	300	0	-1.944

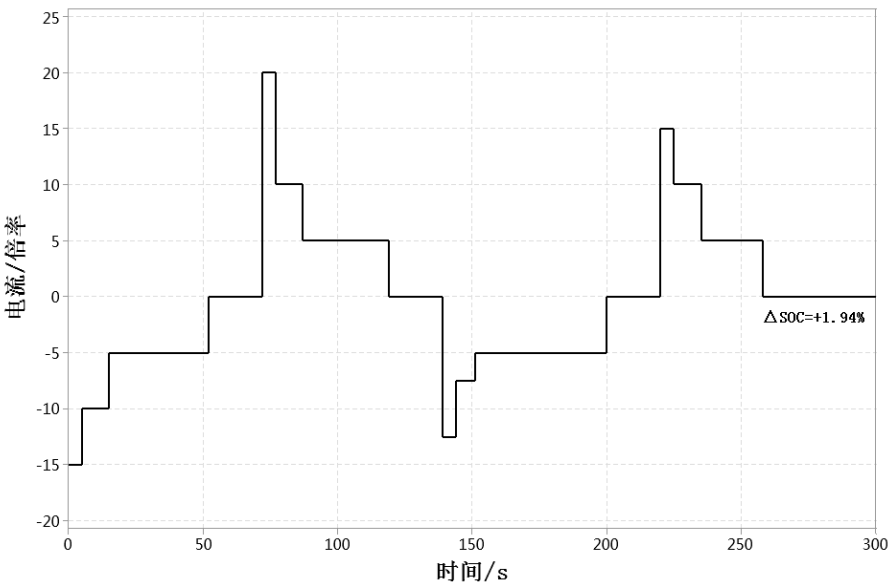


图4 主充电工况示意图

表7 主充电工况试验步骤

时间增量 s	累计时间 s	电流倍率 C	ΔSOC %
5	5	-15	2.083
10	15	-10	4.861
37	52	-5	10.000
20	72	0	10.000
5	77	20	7.222
10	87	10	4.444
32	119	5	0.000
20	139	0	0.000
5	144	-12.5	1.736
7	151	-7.5	3.194
49	200	-5	10.000
20	220	0	10.000
5	225	15	7.916
10	235	10	5.139
23	258	5	1.944
42	300	0	1.944

6.6.4 试验步骤如表 8 所示，由“主放电工况”和“主充电工况”组成的大循环 SOC 波动示意图如图 5 所示。

表8 48 V 混合电源系统循环寿命试验步骤

步骤	试验内容
1	按照 6.5.1 方法测试容量。
2	按照 GB/T 31467.1-2015 中 7.2 的规定或供需双方商定的方法测试直流内阻。
3	按照 6.1.1.5 方法调整 SOC 至 80%或供需方商定的 48V 电源工作上限 SOC。
4	搁置 30min。
5	运行“主放电工况”直到： ——30%SOC 或者供需方商定的 48V 电源工作下限 SOC，或 ——企业规定的放电终止条件。
6	运行“主充电工况”直到： ——80%SOC 或者供需方商定的 48V 电源工作上限 SOC，或 ——企业规定的充电终止条件。
7	重复步骤 5~6 共 50 次。
8	重复步骤 1~7，直到以下任一条件达到： ——电池可用容量衰减到出厂状态的 50%； ——直流内阻增加到出厂状态的 150%； ——电池的功能性能不满足整车使用需求； ——能量吞吐量达到设计要求； ——供需双方商定的电池寿命终止条件。
9	按照 6.5.1 方法测试容量。
10	按照 GB/T 31467.1-2015 中 7.2 的规定或者供需方商定的方法测试直流内阻。
注：步骤 3 中调节 SOC 时，需要基于步骤 1 中测量得到的容量值进行调节。	

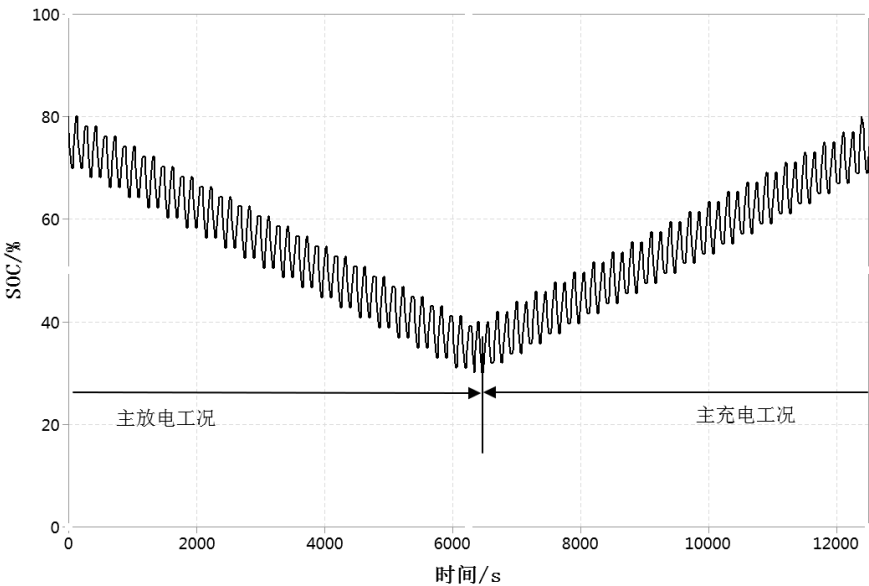
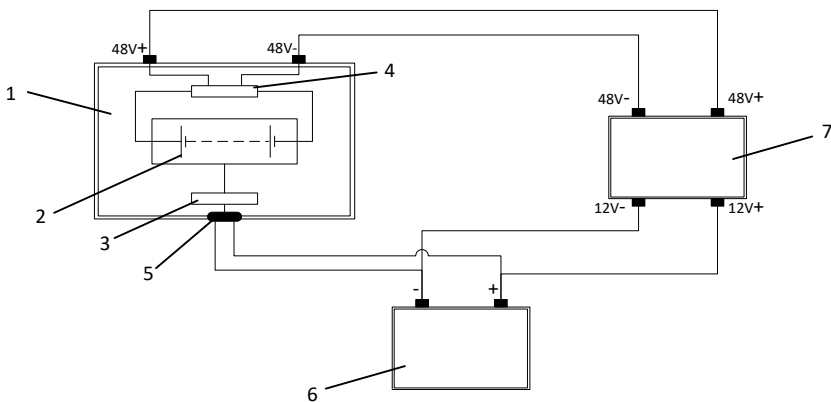


图5 48 V 混合电源系统循环寿命试验 SOC 波动示意图

附录 A
(资料性附录)
48 V 混合电源系统结构及应用

A.1 48 V混合电源系统结构

如图A.1所示，48 V混合电源系统主要包括48 V电源、12 V电源、电池管理系统、DC/DC变换器以及相应附件（低压电路及机械总成等）。



- 说明：
- 1——48 V 电源；
 - 2——电芯；
 - 3——电池管理系统；
 - 4——电路（保险丝、电缆、继电器/MOSFET 等）；
 - 5——接插件；
 - 6——12 V 电源；
 - 7——双向 DC/DC。

图 A.1 48 V 混合电源系统结构示意图

A.2 48 V混合电源系统应用及布置方式

如图A.2所示，48 V混合电源系统可与逆变器、BSG电机等部件构成混合动力系统，可实现自动启停、动力辅助、能量回收以及电动爬行等功能。

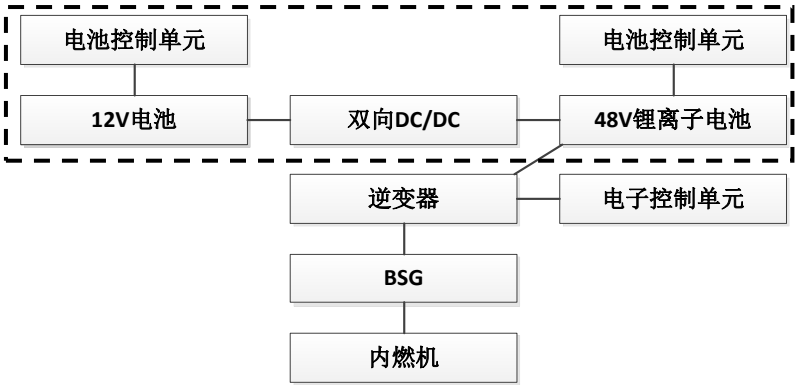


图 A. 2 48 V 混合电源系统应用示意图

附录 B
(资料性附录)
48V 电源排气安全试验

B.1 概述

本方法用于 48V 电源排气气体成分检测和危害分析。

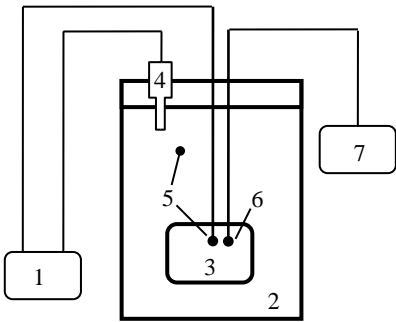
B.2 试验对象

试验对象为 48V 电源。

B.3 试验方法

B.3.1 试验准备

- B.3.1.1 如图 B.1 所示，将试验样品和触发装置作为整体置于气体收集装置内，依次连接检测仪器并密封气体收集装置。
- B.3.1.2 气体收集装置内充入惰性保护气体，惰性保护气体体积百分数应大于 98%。
- B.3.1.3 按照制造商提供的充电方法将试验对象充电至 100%SOC。



说明：

- 1——数据记录仪；
2——气体收集装置；
3——试验样品；
4——压力传感器；
5——热电偶；
6——触发装置；
7——直流电源。

图 B.1 试验平台示意图

B.3.2 触发排气

B.3.2.1 采用加热方式触发单体电芯排气时，可参考GB 38031—2020中C.5.3的规定进行试验。

B.3.2.2 采用过充方式触发单体电芯排气时，以制造商规定且不小于1C的电流恒流充电至200%SOC或制造商给定的电芯排气电压阈值后，停止充电。

B.3.3 气体收集

B.3.3.1 当气体收集装置内气体温度恢复到环境温度且压强达到稳定状态时，计算产气量：

a) 按照式（B.1）计算试验前气体收集装置内初始气体物质的量：

$$n_1 = \frac{P_1 V}{RT_1} \dots\dots\dots (B.1)$$

式中：

n_1 ——气体收集装置内初始气体物质的量，单位为摩尔（mol）；

P_1 ——气体收集装置初始压强，单位为帕斯卡（Pa）；

V ——气体收集装置体积，单位为升（L）；

R ——理想气体常数，值为8.314，单位为焦耳每摩尔每开尔文（J/mol·K）；

T_1 ——初始环境温度，单位为开尔文（K）。

b) 按照式（B.2）和（B.3）计算排气后产生的气体物质的量：

$$n_2 = \frac{P_2 V}{RT_2} \dots\dots\dots (B.2)$$

式中：

n_2 ——排气后达到稳定状态时，气体收集装置内气体物质的量，单位为摩尔（mol）；

P_2 ——排气后达到稳定状态时，气体收集装置内压强，单位为帕斯卡（Pa）；

V ——气体收集装置体积，单位为升（L）；

R ——理想气体常数，值为8.314，单位为焦耳每摩尔每开尔文（J/mol·K）；

T_2 ——排气后达到稳定状态时的温度，单位为开尔文（K）。

$$n = n_2 - n_1 \dots\dots\dots (B.3)$$

式中：

n ——排气后产生的气体物质的量，单位为摩尔（mol）；

n_1 ——气体收集装置内初始气体物质的量，单位为摩尔（mol）；

n_2 ——排气后达到稳定状态时，气体收集装置内气体物质的量，单位为摩尔（mol）。

c) 按照式（B.4）计算产气量：

$$V_{\text{产气量}} = 22.4 \times n \dots\dots\dots (B.4)$$

式中：

$V_{\text{产气量}}$ ——排气后产生的气体总量，单位为升（L）；

n ——排气后产生的气体物质的量，单位为摩尔（mol）。

B.3.3.2 对气体收集装置内的气体进行取样，并储存至气体采集袋。

B.3.3.3 将气体收集装置内剩余气体处理后，取出试验样品，对试验样品的外观进行观察记录并拍照存档。

B.3.3.4 使用气体分析设备（如采用气相色谱仪、傅里叶红外光谱仪等）分析气体采集袋中的气体成分和浓度。

B.3.4 气体分析

按照式 (B. 5) 计算各组分含量:

$$V_i = V_{\text{产气量}} \times C_i \dots\dots\dots (B. 5)$$

式中:

V_i ——成分*i*的含量, 单位为升 (L)

$V_{\text{产气量}}$ ——排气后产生的气体总量, 单位为升 (L);

C_i ——成分*i*的ppm浓度 (百万分比浓度), 无量纲。

B. 3. 5 试验报告

报告包括但不限于:

- a) 试验条件: 试验地点、产品技术参数、加热装置参数等信息;
- b) 试验程序: 试验方法、试验对象、监控点布置方案及触发装置 (如加热装置、充电导线等) 布置方案;
- c) 试验结果: 试验照片、监控数据 (温度、电压、压强)、产气量、气体成分及浓度等;
- d) 分析条件: 分析的操作参数、环境温度、气压等;
- e) 分析结果: 测定各组分含量;
- f) 分析日期;
- g) 本标准中未包括但会影响分析结果的其他内容。