



中华人民共和国国家标准

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

Cycle life requirements and test methods for
traction battery of electric vehicle

2015-05-15 发布

2015-05-15 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

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中华人民共和国工业和信息化部提出。

本标准由全国汽车标准化技术委员会(SAC/TC 114)归口。

本标准起草单位:中国电子科技集团公司第十八研究所、中国汽车技术研究中心、天津力神电池股份有限公司、奇瑞新能源汽车技术有限公司、上海汽车集团股份有限公司技术中心、中国第一汽车股份有限公司、北京交通大学、普天新能源有限责任公司、上海机动车检测中心、重庆长安新能源汽车有限公司、观致汽车有限公司、中国汽车工程研究院有限公司、北京理工大学、海特电子集团有限公司、天津清源电动车辆有限责任公司、上海卡耐能源有限公司、东风汽车有限公司东风日产乘用车公司、上海大众汽车有限公司、广汽本田汽车有限公司、江苏春兰清洁能源研究院有限公司、广东邦普循环科技股份有限公司、福建星云电子股份有限公司、湖南科霸汽车动力电池有限责任公司。

本标准主要起草人:肖成伟、王芳、刘仕强、孟祥峰、张娜、陆珂伟、曾祥兵、裴小娟、王震坡、姜久春、王蓓、张彩萍、邵浙海、朱顺良、袁昌荣、刘鹏、王红梅、张永生、杨桃、刘震、俞建军、王清、彭汉瑞、和祥运、王海兰、李长东、匡德志、张敬捧、李庆。

电动汽车用动力蓄电池循环寿命 要求及试验方法

1 范围

本标准规定了电动汽车用动力蓄电池的标准循环寿命的要求、试验方法、检验规则和工况循环寿命的试验方法和检验规则。

本标准适用于装载在电动汽车上的动力蓄电池(以下简称蓄电池)。

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 2900.41 电工术语 原电池和蓄电池

GB/T 19596 电动汽车术语

3 术语和定义

GB/T 2900.41、GB/T 19596 中界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

单体蓄电池 secondary cell

直接将化学能转化为电能的基本单元装置,包括电极、隔膜、电解质、外壳和端子,并被设计成可充电。

3.2

蓄电池模块 battery module

将一个以上单体蓄电池按照串联、并联或串并联方式组合,且只有一对正负极输出端子,并作为电源使用的组合体。

3.3

蓄电池包 battery pack

通常包括蓄电池模块、蓄电池管理模块(不包含 BCU)、蓄电池箱以及相应附件,具有从外部获得电能并可对外输出电能的单元。

3.4

蓄电池系统 battery system

一个或一个以上蓄电池包及相应附件(管理系统、高压电路、低压电路、热管理设备以及机械总成等)构成的能量存储装置。

3.5

额定容量 rated capacity

室温下完全充电的蓄电池以 $1I_1$ (A) 电流放电,达到终止电压时所放出的容量(Ah)。

3.6

额定能量 rated energy

室温下完全充电的蓄电池以 $1I_1$ (A) 电流放电,达到终止电压时所放出的能量(Wh)。

3.7

初始容量 initial capacity

新出厂的动力蓄电池,在室温下,完全充电后,以 $1I_1$ (A) 电流放电至企业规定的放电终止条件时所放出的容量(Ah)。

3.8

初始能量 initial energy

新出厂的动力蓄电池,在室温下,完全充电后,以 $1I_1$ (A) 电流放电至企业规定的放电终止条件时所放出的能量(Wh)。

3.9

室温荷电状态 state of charge;SOC

当前可用容量占初始容量的百分比。

4 符号

下列符号适用于本文件。

C_1 : 1 小时率额定容量(Ah)。

I_1 : 1 小时率放电电流,其数值等于 C_1 (A)。

C_{n1} : 1 小时率实际放电容量(Ah)。

I_{n1} : 1 小时率实际放电电流,其数值等于 C_{n1} (A)。

5 要求

5.1 室温放电容量(初始容量)

5.1.1 蓄电池单体按照 6.2 试验时,其放电容量应不低于额定容量,并且不超过额定容量的 110%,同时所有测试样品初始容量极差不大于初始容量平均值的 5%。

5.1.2 蓄电池模块和系统按照 6.2 试验时,其放电容量应不低于额定容量,并且不超过额定容量的 110%,同时所有测试样品初始容量极差不大于初始容量平均值的 7%。

5.2 标准循环寿命

测试样品按照 6.4 进行标准循环寿命测试时,循环次数达到 500 次时放电容量应不低于初始容量的 90%,或者循环次数达到 1 000 次时放电容量应不低于初始容量的 80%。

5.3 工况循环寿命

5.3.1 混合动力乘用车用功率型蓄电池按照 6.5.1 进行工况循环测试时,总放电能量与电池初始能量的比值达 500 时,计量放电容量和 5 s 放电功率。

5.3.2 混合动力商用车用功率型蓄电池按照 6.5.2 进行工况循环测试时,总放电能量与电池初始能量的比值达 500 时,计量放电容量和 5 s 放电功率。

5.3.3 纯电动乘用车用能量型蓄电池按照 6.5.3 进行工况循环测试时,总放电能量与电池初始能量的比值达 500 时,计量放电容量。

5.3.4 纯电动商用车用能量型蓄电池按照 6.5.4 进行工况循环测试时,总放电能量与电池初始能量的比值达 500 时,计量放电容量。

5.3.5 插电式和增程式电动汽车用蓄电池参照 6.5.3 或 6.5.4 进行工况循环测试时,总放电能量与电池初始能量的比值达 500 时,计量放电容量。

6 试验方法

6.1 试验条件

6.1.1 一般条件

6.1.1.1 除另有规定外,试验应在温度为 $25\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度为 $15\%\sim 90\%$ 、大气压力为 $86\text{ kPa}\sim 106\text{ kPa}$ 的环境中进行。本标准所提到的室温,是指 $25\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

6.1.1.2 测试样品交付时需要包括必要的操作文件,以及和测试设备相连所需的接口部件(如连接器,插头,包括冷却接口)。供应商需要提供蓄电池包或系统的工作限值,以保证整个测试过程的安全。

6.1.1.3 充电方法:室温下,按照企业规定的充电方法进行充电;

若企业未提供充电方法,则依据以下方法充电:

- a) 对于锂离子蓄电池,以 I_1 (A) 电流恒流充电至企业规定的充电终止电压时转恒压充电,至充电终止电流降至 $0.05I_1$ (A) 时停止充电,充电后搁置 1 h(或企业规定的不高于 1 h 的搁置时间);
- b) 对于金属氢化物镍蓄电池,以 $1I_1$ (A) 电流恒流充电 1 h,再以 $0.2I_1$ 充电 1 h,充电后静置 1 h(或企业规定的不大于 1 h 的静置时间)。

6.1.1.4 容量和能量测试方法:

- a) 以 $1I_1$ (A) 放电至企业规定的放电终止条件;
- b) 搁置不低于 30 min 或企业规定的搁置时间(不高于 60 min);
- c) 按照 6.1.1.3 方法充电;
- d) 搁置不低于 30 min 或企业规定的搁置时间(不高于 60 min);
- e) 以 $1I_1$ (A) 放电至企业规定的放电终止条件;
- f) 计算步骤 e) 放电容量(以 Ah 计)和放电能量(以 Wh 计)。

6.1.1.5 调整 SOC 至试验目标值 $n\%$ 的方法:

- a) 按照 6.1.1.3 方法充电;
- b) 搁置不低于 30 min 或企业规定的搁置时间(不高于 60 min);
- c) 以 $1I_m$ (A) 恒流放电 $(100-n)/100$ h。

6.1.1.6 功率测试方法:

- a) 按照 6.1.1.5 方法调整测试样品 SOC 至 50% ;
- b) 搁置 30 min;
- c) 以企业规定的最大电流放电 5 s,试验后以 $1I_1$ (A) 放电至企业规定的放电终止条件;
- d) 计算步骤 c) 最后一个数据采集点的功率(W)。

6.1.1.7 本标准中室温容量和能量(6.2)和室温功率(6.3)测试适用于蓄电池单体、模块或系统,标准循环寿命(6.4)测试适用于蓄电池单体或模块,工况循环寿命(6.5)测试适用于蓄电池模块或系统。

6.1.1.8 蓄电池放电电流符号为正,充电电流符号为负。

6.1.2 测量仪器、仪表准确度的要求

测量仪器、仪表准确度应满足以下要求:

- 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: $\pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- d) 时间测量装置: $\pm 0.1\%$;
- e) 尺寸测量装置: $\pm 0.1\%$;
- f) 质量测量装置: $\pm 0.1\%$ 。

6.2 室温容量和能量(初始容量和能量)

室温下,按照 6.1.1.4 方法测试容量和能量 5 次,当连续 3 次试验结果的极差小于额定容量的 3% 时,可提前结束试验,取最后 3 次试验结果平均值。

6.3 室温功率(初始功率)

室温下,按照 6.1.1.6 方法测试功率。

6.4 标准循环寿命

按照如下步骤测试标准循环寿命:

- a) 以 $1I_1(A)$ 放电至企业规定的放电终止条件;
- b) 搁置不低于 30 min 或企业规定的搁置条件;
- c) 按照 6.1.1.3 方法充电;
- d) 搁置不低于 30 min 或企业规定的搁置条件;
- e) 以 $1I_1(A)$ 放电至企业规定的放电终止条件,记录放电容量;
- f) 按照 b)~e) 连续循环 500 次,若放电容量高于初始容量的 90%,则终止试验;若放电容量低于初始容量的 90%,则继续循环 500 次;
- g) 计量室温放电容量和放电能量。

6.5 工况循环寿命

6.5.1 混合动力乘用车用功率型蓄电池

该循环测试由两部分组成,一个是“主放电工况”,其放电电量略多于充电量,如图 1 和表 1 所示;另一个是“主充电工况”,其充电量略多于放电电量,如图 2 和表 2 所示。整个测试步骤如表 3 所示,由主充电工况和主放电工况组成的大循环 SOC 波动示意图如图 3 所示。

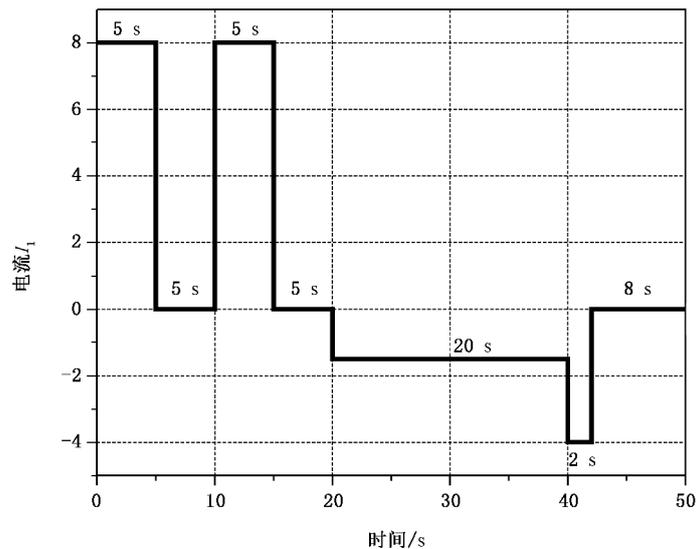


图 1 混合动力乘用车用功率型蓄电池主放电工况

表 1 混合动力乘用车用功率型蓄电池主放电工况试验步骤

时间增量 s	累计时间 s	电流 A	Δ SOC %
5	5	$8I_1$	-1.111
5	10	0	-1.111
5	15	$8I_1$	-2.222
5	20	0	-2.222
20	40	$-1.5I_1$	-1.389
2	42	$-4I_1$	-1.167
8	50	0	-1.167

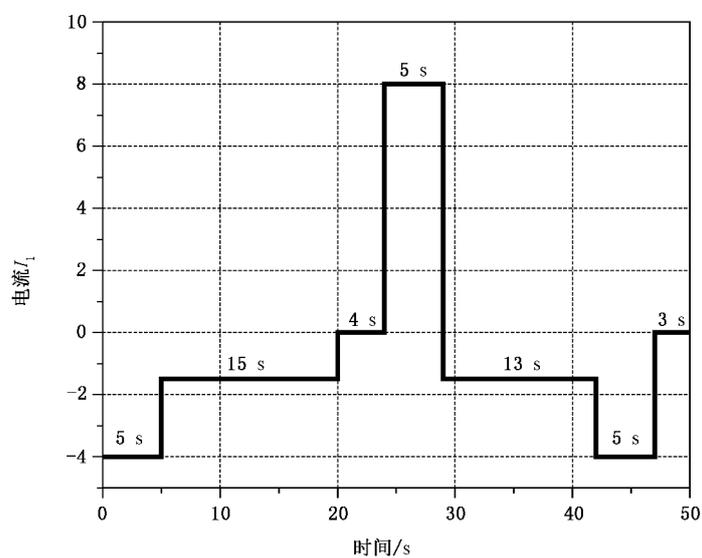


图 2 混合动力乘用车用功率型蓄电池主充电工况

表 2 混合动力乘用车用功率型蓄电池主充电工况试验步骤

时间增量 s	累计时间 s	电流 A	Δ SOC %
5	5	$-4I_1$	0.556
15	20	$-1.5I_1$	1.181
4	24	0	1.181
5	29	$8I_1$	0.069
13	42	$-1.5I_1$	0.611
5	47	$-4I_1$	1.167
3	50	0	1.167

表 3 混合动力乘用车用功率型蓄电池工况循环寿命测试步骤

步骤	试验内容
1	按照 6.1.1.5 方法调整 SOC 至 80% 或者企业规定的最高 SOC
2	搁置 30 min
3	运行“主放电工况”直到： ——30% SOC 或者企业规定的最低 SOC, 或 ——企业规定的放电终止条件
4	运行“主充电工况”直到： ——80% SOC 或者企业规定的最高 SOC, 或 ——企业规定的充电终止条件
5	重复步骤 3~4 共 x h (x 约为 22 且循环次数为如图 3 所示大循环的整数倍)
6	搁置 2 h
7	重复步骤 1~6 共 6 次
8	按照 6.1.1.4 方法测试容量和能量
9	按照 6.1.1.6 方法测试功率
10	重复步骤 1~9, 直至总放电能量与蓄电池初始能量的比值达 500
11	按照 6.1.1.4 方法测试容量
12	按照 6.1.1.6 方法测试功率

注：如果步骤 8 中测试的放电容量低于初始容量的 90%，或步骤 9 中测试的放电功率低于初始功率的 85%，允许维护一次（不更换电池），然后再重复步骤 8 和 9，如仍不满足条件，则提前终止试验。

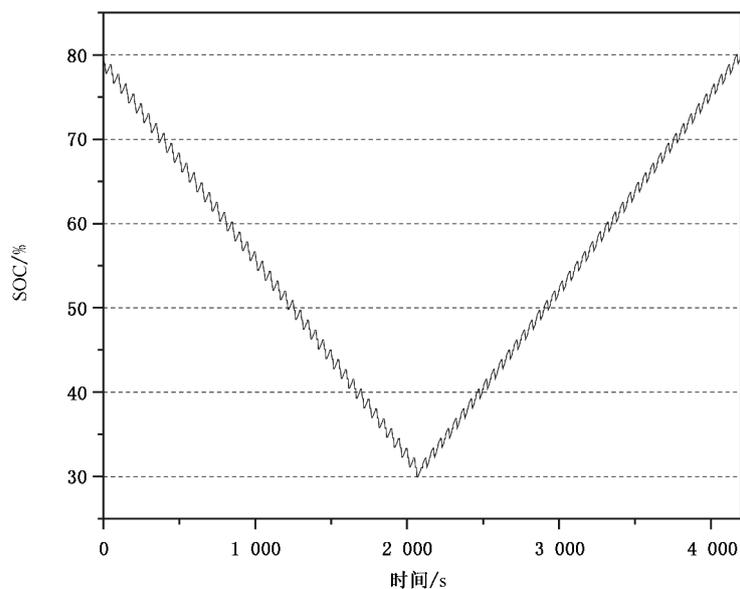


图 3 混合动力乘用车用功率型蓄电池大循环 SOC 波动示意图

6.5.2 混合动力商用车用功率型蓄电池

该循环测试由两部分组成,一个是“主放电工况”,其放电量略多于充电量,如图 4 和表 4 所示;另一个是“主充电工况”,其充电量略多于放电量,如图 5 和表 5 所示。整个测试步骤如表 6 所示,由主充电工况和主放电工况组成的大循环 SOC 波动示意图如图 6 所示。

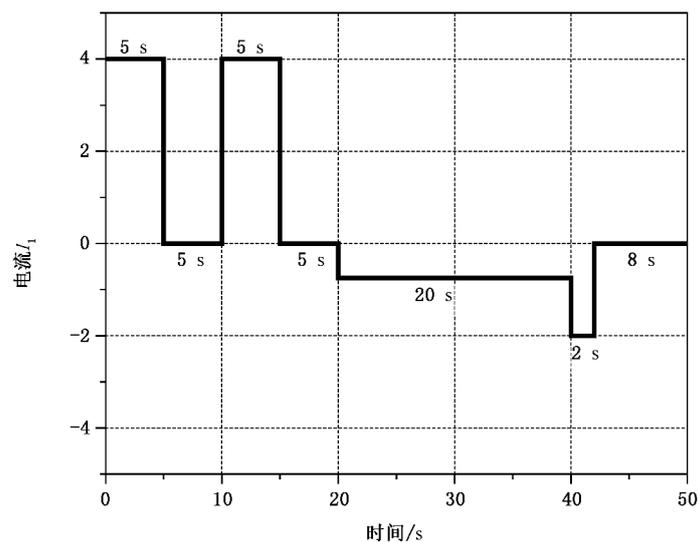


图 4 混合动力商用车用功率型蓄电池主放电工况

表 4 混合动力商用车用功率型蓄电池主放电工况试验步骤

时间增量 s	累计时间 s	电流 A	Δ SOC %
5	5	$4I_1$	-0.556
5	10	0	-0.556
5	15	$4I_1$	-1.111
5	20	0	-1.111
20	42	$-0.75I_1$	-0.694
2	44	$-2I_1$	-0.583
8	50	0	-0.583

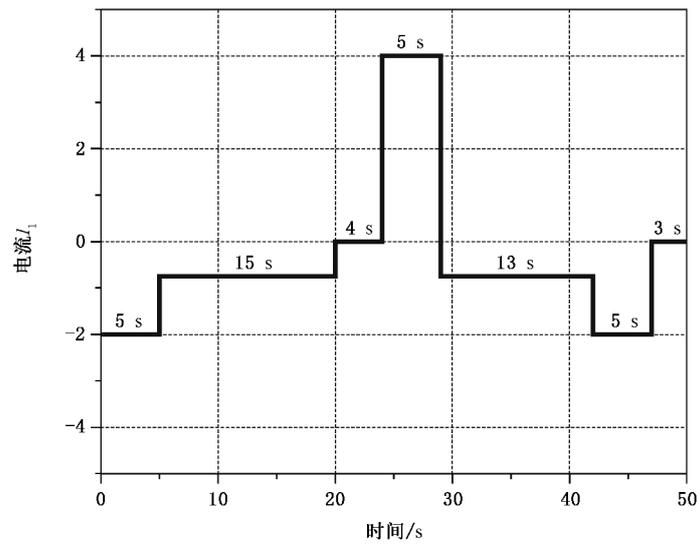


图 5 混合动力商用车用功率型蓄电池主充电工况

表 5 混合动力商用车用功率型蓄电池主充电工况试验步骤

时间增量 s	累计时间 s	电流 A	Δ SOC %
5	5	$-2I_1$	0.278
15	20	$-0.75I_1$	0.590
4	24	0	0.590
5	29	$4I_1$	0.035
13	42	$-0.75I_1$	0.306
5	47	$-2I_1$	0.583
3	50	0	0.583

表 6 混合动力商用车用功率型蓄电池工况循环寿命测试步骤

步骤	试验内容
1	按照 6.1.1.5 方法调整 SOC 至 80% 或者企业规定的最高 SOC
2	搁置 30 min
3	运行“主放电工况”直到： ——30%SOC 或者企业规定的最低 SOC, 或 ——企业规定的放电终止条件
4	运行“主充电工况”直到： ——80%SOC 或者企业规定的最高 SOC, 或 ——企业规定的充电终止条件
5	重复步骤 3~4 共 x h (x 约为 22 且循环次数为如图 6 所示大循环的整数倍)
6	搁置 2 h
7	重复步骤 1~6 共 6 次
8	按照 6.1.1.4 方法测试容量和能量

表 6 (续)

步骤	试验内容
9	按照 6.1.1.6 方法测试功率
10	重复步骤 1~9,直至总放电能量与蓄电池初始能量的比值达 500
11	按照 6.1.1.4 方法测试容量
12	按照 6.1.1.6 方法测试功率

注: 如果步骤 8 中测试的放电容量低于初始容量的 90%,或步骤 9 中测试的放电功率低于初始功率的 85%,允许维护一次(不更换电池),然后再重复步骤 8 和 9,如仍不满足条件,则提前终止试验。

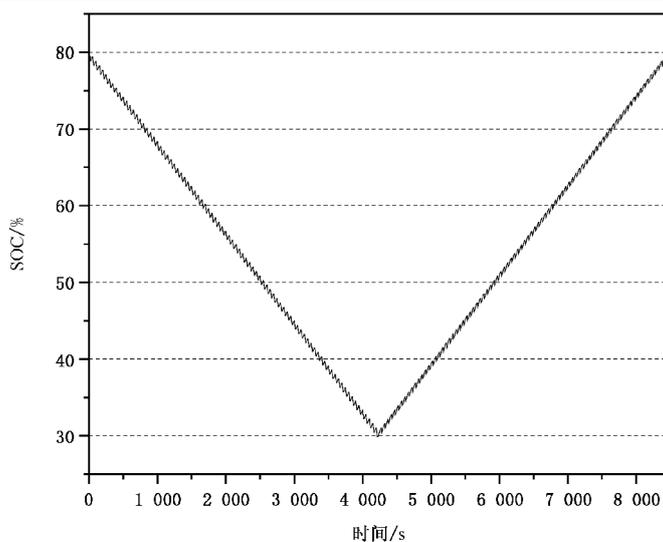


图 6 混合动力商用车用功率型蓄电池大循环 SOC 波动示意图

6.5.3 纯电动乘用车用能量型蓄电池

该循环测试由两部分组成,充电部分按照 6.1.1.3 进行,放电部分按照图 7 和表 7 所示的“主放电工况”进行,整个测试步骤如表 8 所示,由主放电工况组成的 SOC 波动示意图如图 8 所示。

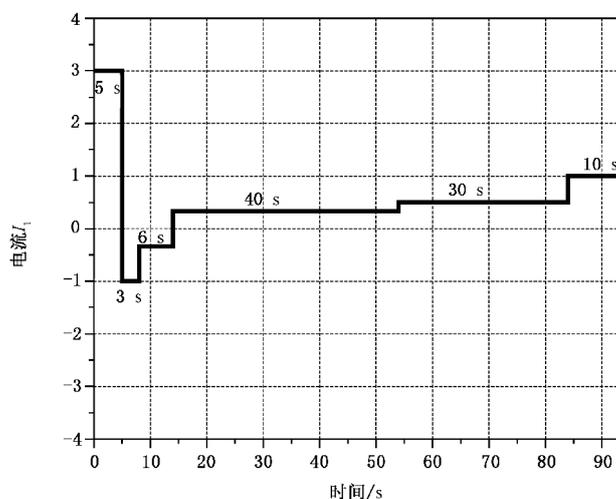


图 7 纯电动乘用车用能量型蓄电池主放电工况

表 7 纯电动乘用车用能量型蓄电池主放电工况试验步骤

时间增量 s	累计时间 s	电流 A	ΔSOC %
5	5	$3I_1$	-0.417
3	8	$-1I_1$	-0.333
6	14	$-1/3I_1$	-0.278
40	54	$1/3I_1$	-0.648
30	84	$1/2I_1$	-1.065
10	94	$1I_1$	-1.343

表 8 纯电动乘用车用能量型蓄电池工况循环寿命测试步骤

步骤	试验内容
1	按照 6.1.1.3 方法充电
2	搁置 30 min
3	运行“主放电工况”直到： ——20%SOC 或者企业规定的最低 SOC, 或 ——企业规定的放电终止条件
4	搁置 30 min
5	重复步骤 1~4 共 x h (x 约为 20 且循环次数为如图 8 所示大循环的整数倍)
6	搁置 2 h
7	重复步骤 1~7 共 6 次
8	按照 6.1.1.5 方法测试容量和能量
9	重复步骤 1~9, 直至总放电能量与电池初始能量的比值达 500
10	按照 6.1.1.5 方法测试容量和能量

注：如果步骤 8 中测试的放电容量低于初始容量的 90%，允许维护一次（不更换电池），然后再重复步骤 8，如仍不满足条件，则提前终止试验。

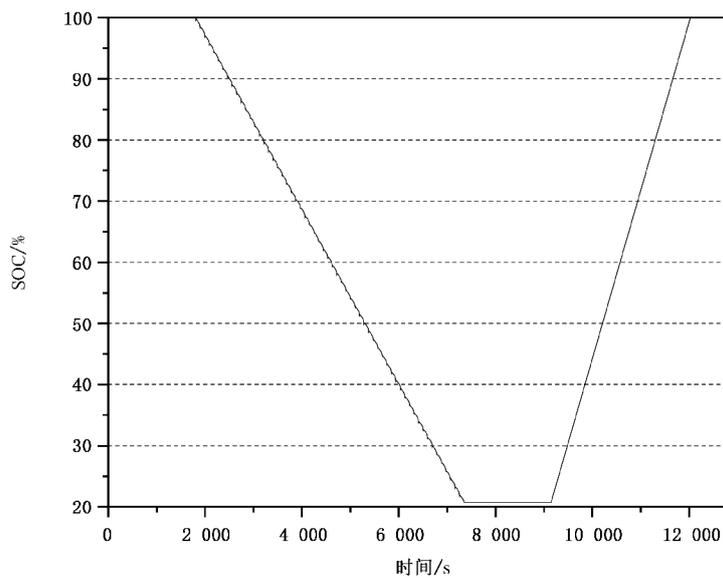


图 8 纯电动乘用车用能量型蓄电池大循环 SOC 波动示意图

6.5.4 纯电动商用车用能量型蓄电池

该循环测试由两部分组成,充电部分按照 6.1.1.3 进行,放电部分按照图 9 和表 9 所示的“主放电工况”进行,整个测试步骤如表 10 所示。由主放电工况组成的 SOC 波动示意图如图 10 所示。

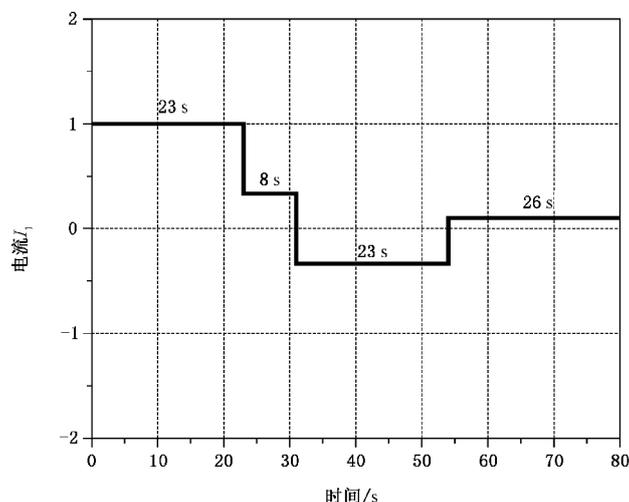


图 9 纯电动商用车用能量型蓄电池主放电工况

表 9 纯电动商用车用能量型蓄电池主放电工况试验步骤

时间增量 s	累计时间 s	电流 A	Δ SOC %
23	23	$-1I_1$	-0.639
8	31	$-1/3I_1$	-0.713
23	54	$1/3I_1$	-0.500
26	80	$-0.1I_1$	-0.572

表 10 纯电动商用车用能量型蓄电池工况循环寿命测试步骤

步骤	试验内容
1	按照 6.1.1.3 方法充电
2	搁置 30 min
3	运行“主放电工况”直到： ——20%SOC 或者企业规定的最低 SOC, 或 ——企业规定的放电终止条件
4	搁置 30 min
5	重复步骤 1~4 共 x h (x 约为 20 且循环次数为如图 10 所示大循环的整数倍)
6	搁置 2 h
7	重复步骤 1~7 共 6 次
8	按照 6.1.1.4 方法测试容量和能量
9	重复步骤 1~9, 直至总放电能量与电池初始能量的比值达 500
10	按照 6.1.1.4 方法测试容量
注: 如果步骤 8 中测试的放电容量低于初始容量的 90%, 允许维护一次(不更换电池), 然后再重复步骤 8, 如仍不满足条件, 则提前终止试验。	

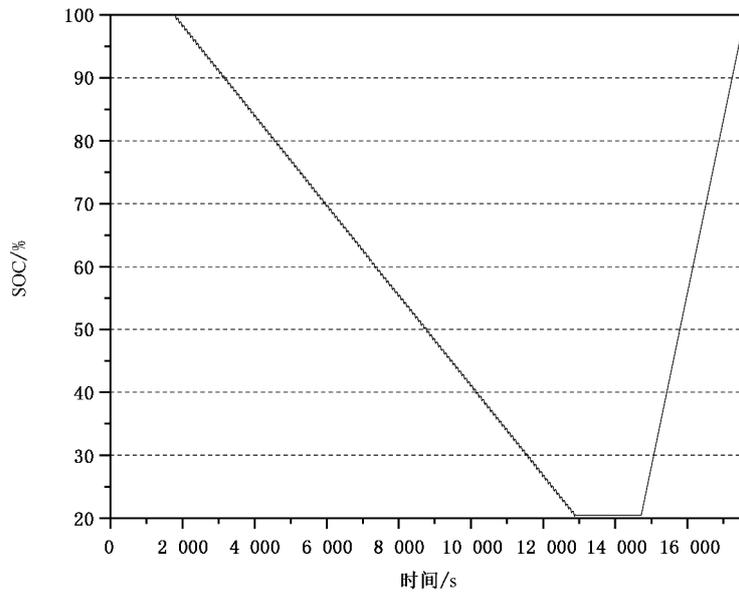


图 10 纯电动商用车用能量型蓄电池大循环 SOC 波动示意图

7 检验规则

7.1 检验项目、要求和样品数量

检验项目、要求(章条号)、试验方法(章条号)、样品数量见表 11。

表 11 检验规则

序号	检验项目	测试样品	要求(章条号)	试验方法(章条号)	样品数量
1	室温容量和能量	单体、模块或系统	5.1	6.2	单体 2 个,模块或系统 1 个
2	室温功率	单体、模块或系统	—	6.3	
3	标准循环寿命	单体或模块	5.2	6.4	单体 2 个,或模块 1 个
4	混合动力乘用车用功率型 蓄电池工况循环寿命	模块或系统	5.3.1	6.5.1	模块或系统 1 个
5	混合动力商用车用功率型 蓄电池工况循环寿命		5.3.2	6.5.2	
6	纯电动乘用车用能量型 蓄电池工况循环寿命		5.3.3	6.5.3	
7	纯电动商用车用能量型 蓄电池工况循环寿命		5.3.4	6.5.4	
8	插电式和增程式电动汽车 用蓄电池工况循环寿命		5.3.3 或 5.3.4	6.5.3 或 6.5.4	

7.2 型式检验

7.2.1 有下列情况之一应进行型式检验：

- 新产品投产和老产品转产；
- 转厂；
- 停产超过一年后复产；
- 结构、工艺或材料有重大改变。

7.2.2 判定规则：

在型式检验中，若有一项不合格时，应判定为不合格。
