



SG/T

电动汽车用动力蓄电池检测 试验规程

2017-03-26 发布

20XX-XX-XX 实施

弘浦仪器科技有限公司 发布

更多详细内容请联系东莞市弘碩工業儀器有限公司 <http://www.twhongshuo.com/s18/fc3129701/1.html>★(電子信箱):E-mail:dgdahoon@163.com ★(企業網址)<http://www.twdahoon.com> TelephoNe No.电话:(86) 0769-85899565 85899390 Fax:传真:(86)0769-85899390

目 次

前 言.....	II
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 总则.....	4
5 动力电池检测.....	4
6 检验规则.....	15
7 标志、包装、运输和储存.....	16

更多详细类容请联系東莞市弘碩工業儀器有限公司

<http://www.twhongshuo.com/s18/fc3129701/1.html>★(電子信箱):E-mail:dgdahoon@163.com

★(企業網址)<http://www.twdahoon.com> TelephoNe No.电话: (86) 0769-85899565 85899390 Fax:传真:(86)0769-85899390

前 言

到货检测试验是电力设备运行和维护工作中的一个重要环节，是保证电力系统安全运行的有效手段之一。

本标准的提出 2017 年以来新颁布的相关国家标准、行业标准和有关反事故技术措施规定为依据，充分考虑未来发展需求，适用于 7 到货检测试验工作。

本标准的附录 A 是规范性附录，附录 B、附录 C、附录 D、附录 E 是资料性附录。

本标准由弘浦仪器生产技术部提出、归口并解释。

本标准主要起草单位：XXXXXX 研究院、XXXXXXXX、XXXXXX。

本标准主要起草人：XXX, XXX, XXX

本标准由 XXXXXXXXXXX 公司标准化委员会批准。

本标准自 2014 年 XX 月 XX 日起实施。

本标准自实施之日起，原 Q/CSG 1 0007—2004《电力设备预防性试验规程》废止。凡公司执行的其它标准涉及电力设备预防性试验的项目、内容、要求等与本标准有不相符的，以本标准为准。

执行中如有问题和意见，请及时反馈弘浦仪器公司技术部。

电动汽车用动力电池到货检测试验规程

1 范围

本标准适用于交流标称电压最大值为 660V，直流标称电压最大值为 1000V（根据 GB 156-1993）的电动车辆充电设备。进口设备应按照本标准，参考产品技术要求执行。

本标准适用于电动道路车辆充电的设备。

本标准不适用于发动机启动、照明和点火装置或类似用途的，家用或其他类似的蓄电池充电系统的充电设备。本标准也适用于轮椅、室内电动汽车、有轨电车、无轨电车、铁路交通工具及工业用载重车（如叉式起重车）等非道路用蓄电池充电系统的充电设备。

本标准规定了电动汽车用动力电池到货检测试验的试验条件（包括操作环境要求、试验电源要求、试验仪器要求、设备结构要求、电磁兼容性要求、试验负载要求以及安全保护要求等），试验项目、周期和要求，用以判断设备是否符合运行条件，检测到货的动力电池是否合格，保证其能够安全运行。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过在本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励使用本标准的各方探讨使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB/T 2900. 11	电工术语 原电池和蓄电池
QC/T 743-2006	电动汽车用锂离子蓄电池

3 术语和定义

GB/T 2900. 1, GB/T 2900. 11, GB/T 2900. 17, GB/T 2900. 32, GB/T 2900. 33 和 GB/T 4365、GB/T 29317-2012、GB/T 18487. 1-2001 确立的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1 电极 electrode

主电位较高的电极为正极，电位较低的电极为负极；放电时，外电路电流从正极流经负载流入负极，在电池内部电流从负极流入正极。

3.1.1 正极 positive electrode

实际上只有带负电荷的电子才能流动，放电时电子从电位较低的电极（负极）流出经外部电路即负载流入电位较高的电极（即正极）。

3.1.2 负极 negative electrode

放电时除称之为正极，由于发生还原反应，也可称之为阴极（cathode）；而在充电时，则不能称之为阴极，因为此时发生的是氧化反应，而应称之为阳极。

3.2 活性物质 active material

是指正负极中参加成流反应的物质，能通过化学反应产生电能的材料。

3.3 活性物质 active material

包括所有未接地、接地的和用于设备接地的导体，以及电动车辆连接器、连接插座和所有把电力从电源设施传送到电动车辆这一过程中用到的所有设施、设备、电源插座或装置等的总称。若电力传递过程中还用了通信设备，那么这些装备也被包括在内。

3.4 开路电压 (Open Circuit Voltage)

电池没有负电荷时，即未充放电时正负极两端的端电压，单位为 V。开路电压值与电池体系及荷电状态有关，如：锂离子电池充满电后的开路电压一般为 4.1V-4.2V；充半电后的开路电压一般为 3.7V-3.8V。

3.5 标称电压 nominal voltage

电池 0.2C 放电时全过程的平均电压。

3.6 工作电压 working voltage

电池在工作时（有负荷时）正负极两端的端电压，也叫做闭路电压（closed circuit voltage）：

工作电压的具体值与电池体系、工作电流（即倍率）、工作温度、充电条件相关。

3.7 终止电压 end voltage

电池放电或充电时，所规定的最低放电时间或最高的充电电压。

3.8 工作电压范围 operating voltage range

客户需求 and 电池能力相结合而确定。

3.9 额定容量 nominal capacity

电池一定倍率放电时的放电容量，容量单位为 mAh 或 Ah (1Ah=1000mAh)。电池组的额定容量值由厂家根据实际情况确定，一般都低于电芯的额定容量值（不同于手机电池），都留有较大的保险系数（保护板及电芯的一致性，木桶效应）。

3.10 实际容量 practical capacity

电池在一定条件下放出的实际电量。

3.11 剩余容量 residual capacity

电池剩余的可再继续释放出来的容量。

3.12 荷电保持能力 charge retention capability

电池充满电保存一段时间后，以一定倍率放电，放电容量与实际容量比值。

3.13 充电 charge

利用外部电源使电池的电压和容量上升的过程，此时电能转化为化学能。

3.14 充电特性 charge characteristic

电池充电时所表现出来的特性，例如充电曲线、充电容量、充电率、充电深度、充电时间等。

3.15 充电曲线 charge curve

电池充电时其电压随时间的变化曲线。

3.16 过充电 over charge

超过规定的充电终止电压而继续充电的过程；此时电池的使用寿命及安全性等受到影响。。

3.17 恒流充电 constant current charge

在恒定的电流下，将充电电池进行充电的过程。一般设置终止电压，当电压到达该值时，充电过程结束。

3.18 恒压充电 constant voltage charge

在恒定的电压下，将充电电池进行充电的过程。一般而言，该恒定的电压为充电终止电压。一般设置终止电流，当电流小于该值时，充电过程结束。

3.19 放电 discharge

电流从电池流经外部电路的过程，此时化学能转换为电能。

3.20 放电特性 discharge voltage

电池放电时所表现出来的特性，例如放电曲线、放电容量、放电率、放电深度、放电时间等。

3.21 放电曲线 discharge curve

电池放电时其电压随时间的变化曲线。

3.22 放电容量 discharge capacity

电池放电时释放出来的电荷量，一般用时间与电流的乘积表示，例如 A·h, mA·h (1A·h=3600 库伦)。

3.23 放电速率 discharge rate

表示放电快慢的一种量度。所用的容量 1h 放电完毕，称之为 1C 放电；5h 放电完毕，则成为 C/5 放电。

3.24 放电深度 depth of discharge

表示电池放电程度的一种量度，为放电容量与额定容量的比值，单位为%，例如，80%DOD，是指放电时放出额定容量的 80% 停止。

3.25 持续放电时间 duration time

电池在一定的外部负荷下在规定的终止电压前所放电时间之和。

3.26 容量密度 capacity density

单位质量或体积所能释放的电量，一般用 mAh/g 或 Ah/kg 表示(通常用于表示电极材料的容量)。

3.27 能量密度 energy density

又称为比能量，单位质量或体积所能释放的能量，称为重量比能量或体积比能量。一般用 Wh/L 或 Wh/kg 表示。

能量 $Wh = W \times h$ 或 $Ah \times V$

3.28 功率密度 power density

单位质量或体积所能释放的功率，一般用 W/L 或 W/kg 表示。

3.29 库仑效率 coulombic efficiency

在一定的充放电条件下，放电时释放出来的电荷与充电时充入的电荷的百分比，也称为放电效率。

3.30 利用率 utilization

实际放电容量与理论容量的百分比。

3.31 内阻 internal resistance

电池正负极两端之间的电阻，电池内阻包括欧姆电阻和电化学电阻，欧姆电阻和极化电阻之和为电池的内阻。欧姆电阻由集流体、电极材料、电解液、隔膜电阻及各部分零件的接触电阻组成。极化电阻是指电化学反应时由极化引起的电阻，包括电化学极化和浓差极化引起的电阻。其值越小性能越佳。

大电流放电和低温放电时，内阻对放电特性的影响尤为明显。

3.32 漏液 liquid leakage

电解液从电池流出的现象。

3.33 内部短路 internal shortage

电池内部正极和负极形成电通路时的状态；主要是由于隔膜的破坏、混入导电性杂质、形成枝晶等造成。

3.34 过放电 over discharge

超过规定的终止电压在低于终止电压时继续放电。此时容易发生漏液或电池的使用寿命受到影响。

3.35 自放电 self discharge

电池在搁置过程中，没有与外部负荷相连接而产生容量损失的过程。

3.36 存储寿命 shelf/storage life

电池在没有负荷的一定条件下进行放置以达到性能劣化到规定的程度时所能放置的时间。

3.37 循环寿命 cycle life

在一定条件下，将充电电池进行反复充放电，当容量等电池性能达到规定的要求以下时所能发生的充放电次数。

3.38 日历寿命 calendar life

电池在使用及搁置条件下以达到性能劣化到规定的程度时所需的时间。

3.39 过充 over charge

蓄电池充电后，在 $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 条件下搁置 1h。然后在同一温度条件下，以 $1I_1(\text{A})$ 电流充电，直至电池电压达到 5.0V 或以 $1I_1(\text{A})$ 的电流充电 90min（其中一个条件优先达到即停止试验）。

3.40 短路 circuit short

蓄电池充电后，在 $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 条件下搁置 1h。将蓄电池经外部短路 10min，外部线路电阻应小于 $10\text{m}\Omega$ 。

3.41 热箱 hot oven test

蓄电池充电后，在 $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 条件下搁置 1h 后，在 $85^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 条件下，搁置 2h。

3.42 针刺 nail penetration

在 $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 条件下搁置 1h。用 $\phi 3\text{mm} \sim \phi 8\text{mm}$ 的钢钉从垂直于蓄电池极板的方向迅速贯穿（钢钉停留在蓄电池中）。

3.43 挤压 crush

蓄电池充电后，在 $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 条件下搁置 1h，按下列条件进行试验。

挤压方向：垂直于蓄电池极板方向施压；

挤压面积：垂直于施压方向的外表面；

挤压程度：直至蓄电池壳体破裂或内部短路（蓄电池电压变为 0V）为止。

3.44 冲击 impact or shock

在 $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 条件下搁置 1h 后，在同一温度条件下，自 1.5 米高处跌落至木板上。

3.45 振动 vibration

蓄电池组充电后，紧固到振动试验台上，按下述条件进行试验：

a) 振动方向：上下单振动；

b) 振动频率：10Hz~55Hz；

c) 最大加速度: 30m/s²;

d) 振动时间: 1h;

e) 放电: 以 1I₁(A) 电流放电至蓄电以 1I₁(A) 恒流放电至终止电压 ($n \times 3.0V$)。放电阶段若有单体蓄电池电压低于 2.5V, 则停止放电。

电池作为动力源, 当需要较高电压或大电流时, 需要将若干个单体电池通过串联、并联或复联组成电池组使用。串联、并联、或并、串联。

串联电池组-串联的主要目的是增加电压

串联电池组中的每个单体电池的开路电压为 U , 内阻为 R_i , n 个单体电池串联组成的电池组的电压为 nU , 电池组的总内阻为 nR_i 。

并联电池组

并联的目的是增加电池容量。

电池组的性能通常比单体电池性能差。

3.46 能量型蓄电池 high energy density battery

以高能量密度为特点, 主要用于高能量输出的蓄电池。

3.47 功率型蓄电池 high power density battery

以高功率密度为特点, 主要用于瞬间高功率输出、输入的蓄电池。

3.48 容量恢复能力 charge recovery

蓄电池在一定温度下, 储存一定时间后再行充电, 其后放电容量与额定容量之比。

3.49 充电终止电流 end-of-charge current

在指定恒压充电时, 蓄电池终止充电时的电流。

3.50 爆炸 explosion

蓄电池外壳破裂, 内部有固体物质从蓄电池中冲出, 并发出声音。

3.51 起火 fire

蓄电池壳体中冒火。

3.52 放电能量 discharge energy at

蓄电池在 $20^{\circ}C \pm 5.0C$ 温度下, 以 1I₃(A) 电流放电, 达到终止电压时所放出的能量(W-h)。此值可从电压-容量曲线的覆盖面积积分求得, 要求至少 50 个等值时间间隔点, 或用积分仪直接求得。

3.53 扫频循环 sweep cycle

在规定的频率范围内往返扫描一次, 例如: 10Hz — 55Hz — 10Hz。

3.54 均衡充电 equalizing charge

为补偿蓄电池组在使用过程中产生的电压不均匀现象, 使其恢复到规定的范围内而进行的充电。

4 总则

4.1 本标准所规定的各项试验标准, 是电动汽车充电设备技术监督工作的基本要求, 是电动汽车充电设备全过程管理工作的重要组成部分。在设备的维护检修工作中必须坚持预防为主, 积极地对设备进行维护, 使其能长期安全、经济运行。

4.2 本标准给出的设备试验项目与要求适用于一般情况。

4.3 设备进行试验时, 试验结果应与该设备历次试验结果相比较, 与同类设备的试验结果相比较, 参照相关的试验结果, 根据变化规律和趋势, 进行全面分析和判断后作出正确结论。

4.4 特殊情况下, 需要改变设备的试验方法、延长试验周期、增删试验项目、降低试验标准时, 由各供电局负责生产的总工或副局长批准执行。

4.5 本标准未包含的电力设备的试验项目, 按制造厂规定进行。

5 动力电池检测

5.1 试验条件

5.1.1 试验系统

测试工具包括: 实验室 AV900 成组电池充放电设备, 内阻测试仪, 万用表, 电池组串联夹具等, 具体接线如图 1 所示。

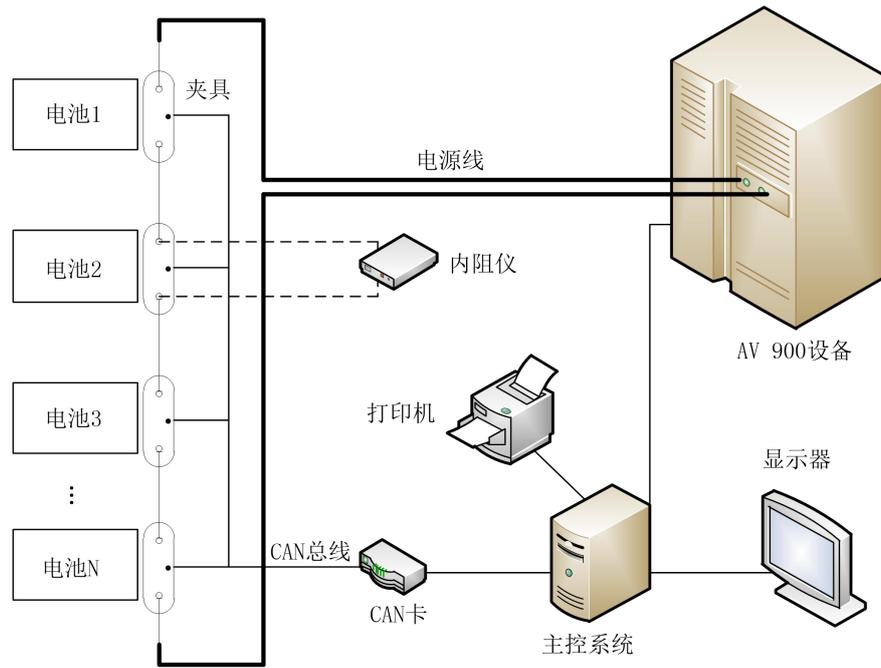


图1 抽检测试拓扑接线图

5.1.2 试验环境条件

在本标准中，除环境试验条件外，其他试验均测量和试验用标准大气条件下进行，即：

- a) 环境温度： $+15^{\circ}\text{C} \sim +35^{\circ}\text{C}$ ；
- b) 相对湿度：25% ~ 85%；
- c) 大气压力： $86\text{kPa} \sim 106\text{kPa}$ ；

在每一项目的试验期间，标准大气环境条件应相对稳定。

5.1.3 试验电源条件

试验时供电电源条件为：

- 频率： $50\text{Hz} \pm 0.5\text{Hz}$ ；
 交流电源电压： $220\text{V}/380\text{V}$ ，允许偏差 $\pm 5\%$ ；
 交流电源波形：正弦波，波形畸变因数不大于5%；
 交流电源系统的不平衡度不大于5%。

5.1.4 试验仪器要求

除另有规定外，试验中所使用的仪器、仪表精度应满足下列要求：

- a) 电压表测量装置：准确度不低于0.5级，其内阻至少为 $1\text{k}\Omega/\text{V}$ ；
- b) 电流测量装置：准确度不低于0.5级；
- c) 温度测量装置：具有适当的量程，其分度值不大于 1°C ，标定准确度不低于 0.5°C ；
- d) 计时器：按时、分、秒分度，准确度为 $\pm 0.1\%$ ；
- e) 测量尺寸的量具：分度值不大于 1mm ；
- f) 称量质量的衡器：准确度为10.05%以上。

表1 测试仪表精度的选择

误差	<0.5%	0.5% ~ 1.5%	1.5% ~ 5%	7.5%
仪表精度	0.1级	0.2级	0.5级	1.0级
数字仪表精度	6位半	5位半	4位半	4位半

5.2 试验项目和要求

5.2.1 单体蓄电池试验

单体蓄电池测试试验项目、周期和要求见表2。

表 2 单体蓄电池测试试验项目、周期和要求

序号	项目	要 求	说 明
1	外观检测试验	<p>在良好的光线条件下，用目测法检查蓄电池的外观。</p> <p>a) 箱体：外观不得有变形及裂纹，表面应平整干燥、无外伤。</p> <p>b) 单体电池：箱内电池单体外观无损坏、排列整齐、连接可靠等。</p> <p>c) 线束：箱内体内部排线应规整、清晰。</p> <p>d) 标示：应在明确标识电池正负极、CAN 通讯接口，BMS 电源接口和电池名牌，标志清晰正确且，并应有安全警示标识。</p>	检测时间约 20min
2	极性和开口电压检查试验	用万用表检测蓄电池的极性和电压。	
3	外形尺寸和质量检查	用量具和电子秤测量蓄电池的外形尺寸及质量。	
4	蓄电池充电试验	按厂家提供的专用规程进行充电。若厂家未提供充电器，在 20℃±5℃ 条件下，蓄电池以 1 I ₃ (A) 电流放电，至蓄电池电压达到 3.0V (或企业技术条件中规定的放电终止电压) 时停止放电，静置 1h，然后在 20℃±15℃ 条件下以 1 I ₃ (A) 恒流充电，至蓄电池电压达 4.2V (或企业技术条件中规定的充电终止电压) 时转恒压充电，至充电电流降至 0.1 I ₃ ，时停止充电，充电后静置。	
5	电池内阻检测试验	<p>a) 根据被测试品选择电池内阻测试仪合适的量程范围</p> <p>b) 用内阻测试仪正负极表笔分别接触电池总正和总负，读取整箱电池内阻。</p> <p>c) 分别测量电池荷电状态为 0%，50% 和 100% 时的电池内阻。</p>	
6	绝缘电阻检测试验	在电池总正、总负和壳体之间施加 500VDC 的电压，用绝缘电阻测量仪器进行测量。	≥10MΩ
7	绝缘耐压性能测试试验	在电池总正、总负和壳体之间施加频率为 50~60Hz 的正弦波形交流电压，试验电压为 (2U+1000) V，历时 1min，其中 U 为电池系统的额定电压。	1500V、1min 无击穿和闪络
		<p>更多详细类容请联系 东莞市弘硕工业仪器有限公司 http://www.twhongshuo.com/s18/fc3129701/1.html ★(电子信箱):E-mail:dgdahoon@163.com ★ (企业网址) http://www.twdahoon.com TelephoNe No.电话: (86) 0769-85899565 85899390 Fax:传 真:(86)0769-85899390</p>	

8	电池容量测试试验	<p>1、试验接线</p> <p>a) 连接动力电池综合检测装置：分别连接动力电池综合检测装置输出电缆的总正总负到动力电池的总正和总负。</p> <p>b) 连接辅助通道：连接辅助通道的电压测试线到每节单体电池的正负极，连接辅助通道的温度测试线到点电池箱体内温度监测点。</p> <p>c) 连接电池箱的电池管理系统从控板的 CAN 总线到总控版，总控版通过串口线与 PC 连接。</p> <p>2、接通电源</p> <p>打开动力电池综合检测装置、接辅助通道和电池管理系统能电源。</p> <p>3、设置检测流程和充放电参数</p> <p>a) 充电：在试验环境下以 C/3(A) 恒流充电，至电池箱电压达到电池箱规定的上限电压或单体达到上限截止电压（以先到为准）转恒压充电，充电电流降至 0.05C (A) 时停止充电。</p> <p>b) 静置：充电结束后静置 1h。</p> <p>c) 放电：根据要求选择放电模式和放电电流和设置放电参数。</p> <p>4、启动动力电池综合检测装置</p> <p>开始充放电试验</p>	试验现场要保证试验人员职守。
9	循环测试试验	在 20℃±5℃工作温度下，以 0.5C 恒流进行充电，至单体电池电压 3.65V 时转恒压充电，充电电流降至 0.03C 时停止充电，静置 15min，然后以 1C 进行放电，至单体电压 2.0V 停止，再静置 15min，动力电池一个循环测试周期完成，然后进入下一个循环周期。测试设备实时记录动力电池充放电曲线和充放电容量。	
10	BMS 静态功耗测试	静态功耗测试项目为将 BMS 从控板与 12 串磷酸铁锂电池电池组相连，然后再 B12, B11...B0 和 S12, S11...S0 中串联电流表，记录通道的静态电流值，每通道的采集电路信号低于 5mA 的静态功耗为合格。	
11	20℃放电容量试验	<p>a) 蓄电池按 4 方法充电。</p> <p>b) 蓄电池在 20℃±5℃下以 1 I₃ (A) 电流放电，直到放电终止电压 3.0 V 或企业技术条件中规定的放电终止电压。</p> <p>c) 用 1 I₃ (A) 的电流值和放电时间数据计算容量（以 A·h 计）。</p> <p>d) 如果计算值低于规定值，则可以重复 a)~c) 步骤直至大于或等于规定值，允许 5 次。</p>	

12	-20℃放电容量试验	<p>a) 蓄电池按 4 方法充电。</p> <p>b) 蓄电池在 -20℃±2℃ 下储存 20h。</p> <p>c) 蓄电池在 -20℃±12℃ 下以 $1 I_3$ (A) 电流放电, 直到放电终止电压 2.8V 或企业技术条件中规定的放电终止电压。</p> <p>d) 用 c) 电流值和放电时间数据计算容量(以 $A \cdot h$ 计), 并表达为额定容量的百分数。</p>	
13	55℃放电容量试验	<p>a) 蓄电池按 4 方法充电。</p> <p>b) 蓄电池在 55℃±2℃ 下储存 5h。</p> <p>c) 蓄电池在 55±12℃ 下以 $1 I_3$ (A) 电流放电, 直到放电终止电压 3.0V 或企业技术条件中规定的放电终止电压。</p> <p>d) 用 c) 电流值和放电时间数据计算容量(以 $A \cdot h$ 计), 并表达为额定容量的百分数。</p>	
14	20℃倍率放电容量试验	<p>能量型蓄电池:</p> <p>a) 蓄电池按 4 方法充电。</p> <p>b) 蓄电池在 20℃±15℃ 下以 $4.5 I_3$ (A) 电流放电, 直到放电终止电压 3.0 V 或企业技术条件中规定的放电终止电压。</p> <p>c) 用 b) 放电电流值和放电时间数据计算容量(以 $A \cdot h$ 计), 并表达为额定容量的百分数。</p> <p>功率型蓄电池:</p> <p>a) 蓄电池按 4 方法充电。</p> <p>b) 蓄电池在 20℃±5℃ 下以 $12 I_3$ (A) 电流放电, 直到放电终止电压 2.8V 或企业技术条件中规定的放电终止电压。</p> <p>c) 用 b) 放电电流值和放电时间数据计算容量(以 $A \cdot h$ 计), 并表达为额定容量的百分数。</p>	
15	常温荷电保持与容量恢复能力试验	<p>a) 蓄电池按 4 方法充电。</p> <p>b) 蓄电池在 20℃±5℃ 下储存 28d。</p> <p>c) 蓄电池在 20℃±5℃ 下以 $1 I_3$ (A) 电流放电, 直到放电终止电压 3.0 V 或企业技术条件中规定的放电终止电压。</p> <p>d) 用 c) 的电流值和放电时间数据计算容量(以 $A \cdot h$ 计), 荷电保持能力可以表达为额定容量的百分数。</p> <p>e) 蓄电池再按 4 方法充电。</p> <p>f) 蓄电池在 20℃±5℃ 下以 $1 I_3$ (A) 电流放电, 直到放电终止电压 3.0V 或企业技术条件中规定的放电终止电压。</p> <p>g) 用 f) 的电流值和放电时间数据计算容量(以 $A \cdot h$ 计), 容量恢复能力可以表达为额定容量。</p>	

16	高温荷电保持与容量恢复能力试验	<p>a) 蓄电池按 4 方法充电。</p> <p>b) 蓄电池在 55℃\pm12℃ 下储存 7d。</p> <p>c) 蓄电池在 20℃\pm5℃ 下恢复 5h 后, 以 I_3 (A) 电流放电, 直到放电终止电压 3.0V 或企业技术条件中规定的放电终止电压。</p> <p>d) 用的电流值和放电时间数据计算容量(以 $A \cdot h$ 计), 荷电保持能力可以表达为额定容量的百分数。</p> <p>e) 蓄电池再按 4 方法充电。</p> <p>f) 蓄电池在 20\pm10\pm5℃ 下以 $1 I_3$ (A) 电流放电, 直到放电终止电压 3.0 V 或企业技术条件中规定的放电终止电压。</p> <p>g) 用 f) 的电流值和放电时间数据计算容量(以 $A \cdot h$ 计), 容量恢复能力可以表达为额定容量的百分数。</p>	
17	储存试验	<p>a) 蓄电池按 4 方法充电。</p> <p>b) 蓄电池在 20℃\pm5℃ 下以 $1 I_3$ (A) 电流放电 2h。</p> <p>c) 蓄电池在 20℃\pm5℃ 下储存 90d。</p> <p>d) 蓄电池按 4 方法充电。</p> <p>e) 蓄电池在 20℃\pm5℃ 下以 $1 I_3$ (A) 电流放电, 直到放电终止电压 3.0V 或企业技术条件中规定的放电终止电压。</p> <p>f) 用 e) 的电流值和放电时间数据计算容量(以 $A \cdot h$ 计), 容量恢复能力可以表达为额定容量的百分数, 如果容量低于额定值的 95%, 可重复 d) 和 e) 两个步骤, 最多可以重复 5 次。</p>	
18	循环寿命检测试验	<p>a) 蓄电池按 4 方法充电。</p> <p>b) 蓄电池在 20℃\pm2℃ 下以 $1.5 I_3$ (A) 电流放电, 直到放电容量达到额定容量的 80%。</p> <p>c) 蓄电池按 4 方法充电。</p> <p>d) 蓄电池按 b) ~ c) 步骤连续重复 24 次。</p> <p>e) 按 5 方法检查容量。如果蓄电池容量小于额定容量的 80% 终止试验。</p> <p>f) b) ~ e) 步骤在规定条件下重复的次数为循环寿命数。</p>	
19	过放电试验	<p>a) 蓄电池按 4 方法充电。</p> <p>b) 蓄电池在 20℃\pm5℃ 下以 $1 I_3$ (A) 电流放电, 直至蓄电池电压 0V (如果有电子保护线路, 应暂时除去放电电子保护线路)。</p>	蓄电池进行过放电试验时, 应不爆炸、不起火、不漏液。安全性试验。

20	过充电试验	<p>a) 蓄电池按 4 方法充电。</p> <p>b) 可按两种充电方式进行试验：</p> <p>1、以 $3I_3$ (A) 电流充电，至蓄电池电压达到 5V 或充电时间达到 90min 其中一个条件优先达到即停止试验)；</p> <p>2、以 $9I_3$ (A) 电流充电，至蓄电池电压达到 10V 即停止试验。</p>	蓄电池进行过充电试验时，应不爆炸、不起火。 安全性试验。
21	短路试验	<p>a) 蓄电池按 4 方法充电。</p> <p>b) 将蓄电池经外部短路 10min，外部线路电阻应小于 $5\text{ m}\Omega$。</p>	蓄电池进行短路试验时，应不爆炸、不起火。 安全性试验。
22	跌落试验	<p>a) 蓄电池按 4 方法充电。</p> <p>b) 蓄电池在 $20^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ 下，从 1.5m 高度处自由跌落到厚度为 20mm 的硬木地板上，每个面 1 次。</p>	蓄电池进行跌落试验时，应不爆炸、不起火、不漏液。 安全性试验。
23	加热试验	<p>a) 蓄电池按 4 方法充电。</p> <p>b) 将蓄电池置于 $85^\circ\text{C} \pm 12^\circ\text{C}$ 恒温箱内，并保温 120min。</p>	蓄电池进行加热试验时，应不爆炸、不起火。 安全性试验。
24	挤压试验	<p>a) 蓄电池按 4 方法充电。</p> <p>b) 按下列条件进行试验。</p> <p>1) 挤压方向:垂直于蓄电池极板方向施压。</p> <p>2) 挤压头面积:不小于 20c 时。</p> <p>3) 挤压程度:直至蓄电池壳体破裂或内部短路(蓄电池电压变为 0V)</p>	蓄电池进行挤压试验时，应不爆炸、不起火。 安全性试验
25	针刺试验	<p>a) 蓄电池按 4 方法充电。</p> <p>b) 用 ($\varnothing 3\text{ mm} \sim \varnothing 8\text{ mm}$) 的耐高温钢针、以 $10\text{mm/s} - 40\text{mm/s}$ 的速度，从垂直于蓄电池极板的方向贯穿(钢针停留在蓄电池中)。</p>	蓄电池进行针刺试验时，应不爆炸、不起火。 安全性试验。

5.2.2 蓄电池模块试验

蓄电池模块测试试验项目、周期和要求见表 3。

表 3 蓄电池模块测试试验项目、周期和要求

序号	项目	要 求	说 明
1	外观检查试验	<p>在良好的光线条件下，用目测法检查蓄电池模块的外观。</p> <p>a) 箱体：外观不得有变形及裂纹，表面应平整干燥、无外伤。</p> <p>b) 单体电池：箱内电池单体外观无损坏、排列整齐、连接可靠等。</p> <p>c) 线束：箱内体内部排线应规整、清晰。</p> <p>标示：应在明确标识电池正负极、CAN 通讯接口，BMS 电源接口和电池名牌，标志清晰正确且，并应有安全警示标识。</p>	

2	极性和开口电压检查试验	用万用表检测蓄电池的极性和电压。	
3	外形尺寸和质量检查试验	用量具和电子秤测量蓄电池的外形尺寸及质量。	
4	蓄电池充电试验	按厂家提供的专用规程进行充电。若厂家未提供充电器，在 $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 条件下，蓄电池模块以 $1 I_3$ (A) 电流放电，至蓄电池模块电压达到 $n \times 3.0\text{V}$ 时或单体蓄电池电压低于 2.5V 时停止放电，然后在 $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 条件下以 $1 I_3$ (A) 恒流充电，至蓄电池模块电压达到 $n \times 4.2\text{V}$ 时转恒压充电，充电电流降至 $0.1 I_3$ 时停止充电，若充电过程中有单体蓄电池电压达到 4.3V 时则停止充电。充电后静置 1h。	
5	电池内阻检测试验	<ul style="list-style-type: none"> a) 根据被测试品选择电池内阻测试仪合适的量程范围 b) 用内阻测试仪正负极表笔分别接触电池总正和总负，读取整箱电池内阻。 c) 分别测量电池荷电状态为 0%，50% 和 100% 时的电池内阻。 	
6	绝缘电阻检测试验	在电池总正、总负和壳体之间施加 500VDC 的电压，用绝缘电阻测量仪器进行测量。	
7	绝缘耐压性能测试试验	在电池总正、总负和壳体之间施加频率为 50~60Hz 的正弦波形交流电压，试验电压为 $(2U+1000)\text{V}$ ，历时 1min，其中 U 为电池系统的额定电压。	

8	电池容量测试试验	<p>试验接线</p> <p>a) 连接动力电池综合检测装置：分别连接动力电池综合检测装置输出电缆的总正总负到动力电池的总正和总负。</p> <p>b) 连接辅助通道：连接辅助通道的电压测试线到每节单体电池的正负极，连接辅助通道的温度测试线到点电池箱体内温度监测点。</p> <p>c) 连接电池箱的电池管理系统从控板的 CAN 总线到总控版，总控版通过串口线与 PC 连接。</p> <p>接通电源</p> <p>打开动力电池综合检测装置、接辅助通道和电池管理系统能电源。</p> <p>设置检测流程和充放电参数</p> <p>a) 充电：在试验环境下以 C/3(A) 恒流充电，至电池箱电压达到电池箱规定的上限电压或单体达到上限截止电压（以先到为准）转恒压充电，充电电流降至 0.05C (A) 时停止充电。</p> <p>b) 静置：充电结束后静置 1h。</p> <p>c) 放电：根据要求选择放电模式和放电电流和设置放电参数。</p> <p>启动动力电池综合检测装置</p> <p>开始充放电试验</p>	试验现场要保证试验人员职守。
9	循环测试试验	在 20℃±5℃工作温度下，以 0.5C 恒流进行充电，至成组总电压 3.6V 时转恒压充电，充电电流降至 0.03C 或单体 3.75V 时停止充电，静置 15min，然后以 1C 进行放电，至成组总电压 2.7V 或单体 2.5V 停止，再静置 15min，动力电池一个循环测试周期完成，然后进入下一个循环周期。测试设备实时记录动力电池充放电曲线和充放电容量。	
10	BMS 静态功耗测试	静态功耗测试项目为将 BMS 从控板与 12 串磷酸铁锂电池电池组相连，然后再 B12, B11…B0 和 S12, S11…S0 中串联电流表，记录通道的静态电流值，每通道的采集电路信号低于 5mA 的静态功耗为合格。	
11	20℃放电容量试验试验	<p>a) 蓄电池模块按 4 方法充电。</p> <p>b) 蓄电池模块在 20℃±5℃温度下，以 1 I₃ (A) 电流放电，至蓄电池模块电压达到 n×3.0V 时或单体蓄电池电压低于 2.5V 时停止试验，计算放电容量(以 A·h 计)。</p> <p>c) 试验过程中记录单体蓄电池的电压、温度变化情况。</p>	
12	简单模拟工况试验	<p>a) 蓄电池模块按 4 方法充电。</p> <p>b) 按附录 B 进行试验。</p>	

13	耐振动试验	<p>蓄电池模块按 6.3.4 方法充电。</p> <p>将蓄电池模块紧固到振动试验台上，按下述条件进行线性扫频振动试验：</p> <p>a) 放电电流：I_{13} (A)；</p> <p>b) 振动方向：上下单振动；</p> <p>c) 振动频率：10Hz ~ 55Hz；</p> <p>d) 最大加速度：30m/s^2；</p> <p>e) 扫频循环：10 次；</p> <p>f) 振动时间：2h。</p> <p>振动试验过程中，按 5 放电观察有无异常现象出现。</p>	
14	过放电试验：	<p>a) 蓄电池模块按 4 方法充电。</p> <p>b) 蓄电池模块在 $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 下以 $1 I_{13}$ (A) 电流放电(如果有电子保护线路，应暂时除去放电电子保护线路)，直至某一单体蓄电池电压达到 0V 结束试验。</p>	<p>蓄电池进行过放电试验时，应不爆炸、不起火、不漏液。</p> <p>安全性试验：所有安全试验均在有充分环境保护的条件下进行。</p>
15	过充电试验：	<p>a) 蓄电池模块按 4 方法充电。</p> <p>b) 可按两种充电方式进行试验：</p> <p>1) 以 $3 I_{13}$ (A) 电流充电，至某一单体蓄电池电压达到 5V 或充电时间达到 90min 其中一个条件优先达到即停止试验)；</p> <p>2) 以 $9 I_{13}$ (A) 电流充电，至某一单体蓄电池电压达到 10V 即停止试验。</p>	<p>进行过充电试验时，应不爆炸、不起火。</p> <p>安全性试验。</p>
16	短路试验：	<p>蓄电池模块按 4 方法充电。将蓄电池模块经外部短 10min，外部线路电阻应小于 $5\text{m}\Omega$</p>	<p>蓄电池进行短路试验时，应不爆炸、不起火。</p> <p>安全性试验：</p>
17	加热试验：	<p>a) 蓄电池模块按 4 方法充电。</p> <p>b) 将蓄电池模块置于 $85^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 恒温箱内，并保温 120min。</p>	<p>蓄电池进行加热试验时，应不爆炸、不起火。</p> <p>安全性试验：</p>
18	挤压试验：	<p>a) 蓄电池模块按 4 方法充电。</p> <p>b) 按下列条件进行试验。</p> <p>挤压板形式见图 2：一侧是平板，一侧是异形板。异形板的半圆柱形挤压头的典型直径为 75mm，挤压头间的典型间距为 30mm。挤压板外廓尺寸 $300\text{mm} \times 150\text{mm}$。</p> <p>1) 挤压方向：垂直于蓄电池单体排列方向施压。</p> <p>2) 挤压程度：挤压至蓄电池模块原始尺寸的 85%，保持 5min 后再挤压至蓄电池模块原始尺寸的 50%。</p>	<p>进行挤压试验时，应不爆炸、不起火。</p> <p>安全性试验：</p>

19	针刺试验:	a) 蓄电池模块按 6.3.4 方法充电。 b) 用 $\Phi 3\text{mm} \sim \Phi 8\text{mm}$ 的耐高温钢针、以 $10\text{mm/s} \sim 40\text{mm/s}$ 的速度, 从垂直于蓄电池极板的方向至少贯穿 3 个蓄电池单体(钢针停留在蓄电池中)。	蓄电池进行针刺试验时, 应不爆炸、不起火。 安全性试验:
----	-------	---	--

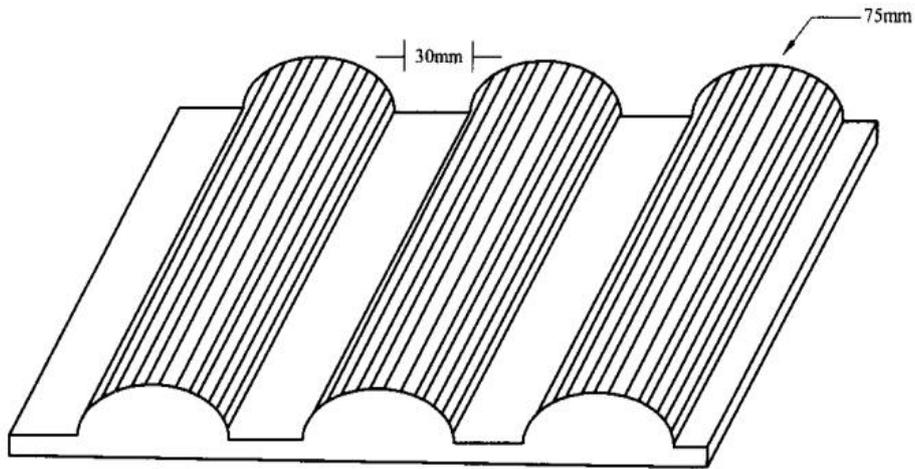


图 2 挤压版

5.3 试验程序

5.3.1 按本程序进行的试验应连续进行

5.3.2 单体蓄电池试验程序见表 4

5.3.3 蓄电池模块试验程序见表 5

表 4 单体蓄电池试验程序

序号	试验项目	试验方法章条号	单体蓄电池编号
1	外观	按照表 1 序号 1 执行	~
2	极性	按照表 1 序号 2 执行	
3	外形尺寸和质量	按照表 1 序号 3 执行	
4	20°C 放电容量	按照表 1 序号 4 执行	
5	-20°C 放电容量	按照表 1 序号 5 执行	~
6	55°C 放电容量	按照表 1 序号 6 执行	~
7	20°C 倍率放电容量	按照表 1 序号 7 执行	~
8	常温、高温荷电保持能力及容量恢复能力	按照表 1 序号 8 执行	~
9	存储	按照表 1 序号 9~10 执行	~
10	循环寿命	按照表 1 序号 11 执行	~
11	安全性	按照表 1 序号 12~19 执行	~

表 5 蓄电池模块试验程序

序号	试验项目	试验方法章条号	单体蓄电池编号
1	外观	按照表 3 序号 1 执行	~
2	极性	按照表 3 序号 2 执行	
3	外形尺寸和质量	按照表 3 序号 3 执行	
4	20°C放电容量	按照表 3 序号 5 执行	
5	简单模拟工况	按照表 3 序号 6 执行	~
6	耐振动	按照表 3 序号 7 执行	
7	安全性	按照表 1 序号 8~13 执行	~

6 检验规则

6.1 检验分类、检验项目、要求章条号、样品数量和检验周期见表 6。

表 6 检验规则

序号	检验分类	检验项目	要求章条号	样品数量	检验周期
1	出厂检验	外观、极性（单体蓄电池、蓄电池模块）检查试验		100%	—
2		外形尺寸及质量（单体蓄电池、蓄电池模块）检查试验		2%	—
3		20°C放电容量（单体蓄电池、蓄电池模块）试验		≤500 只抽 5 只 >500 只抽 10 只	—
4	型式检验	-20°C低温放电容量试验		每项 2 只，共 24 只单体蓄电池和 8 组蓄电池模块	每年一次
5		55°C放电容量试验			
6		20°C倍率放电容量试验			
7		常温与高温荷电保持与容量恢复能力试验			
8		存储试验			
9		循环寿命检测试验			
10		安全性检测试验			
11		简单模拟工况试验			
12		耐振动试验			
13		安全性检测试验			

注：共需抽样 28 只单体蓄电池、10 组蓄电池模块。其中 4 只为备份单体蓄电池，2 组为备份蓄电池模块

6.2 出厂检验

6.2.1 每一批产品出厂前应在该批产品中随机抽样进行出厂检验，对出厂检验的 20℃ 放电性能检验项目，所有蓄电池样品的 I3(A) 放电容量差应不小于 ±5%，

6.2.2 在出厂检验中，若有一项或一项以上不合格时，应将该产品退回生产部门返工普检，然后再次提交验收。若再次检验仍有一项或一项以上不合格，则判定该产品为不合格。

6.3 型式检验

6.3.1 有下列情况之一必须进行型式检验：

- a) 新产品投产和老产品转产；
- b) 转厂；
- c) 停产后复产；
- d) 结构、工艺或材料有重大改变；
- e) 合同规定。

6.3.2 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。

7 标志、包装、运输和储存

7.1 标志

7.1.1 蓄电池产品上应有下列标志：

- a) 制造厂名；
- b) 产品型号或规格；
- c) 制造日期；
- d) 商标；
- e) 极性符号；
- f) 蓄电池安全注意事项及警示。

7.1.2 包装箱外壁应有下列标志

- a) 产品名称、型号规格、数量、制造厂名、厂址、邮编；
- b) 产品标准编号；
- c) 每箱的净重和毛重；
- d) 标明防潮、不准倒置、轻放等标志。

7.2 包装

7.2.1 蓄电池的包装应符合防潮防振的要求。

7.2.2 包装箱内应装人随同产品提供的文件：

- a) 装箱单(指多只包装)；
- b) 产品合格证；
- c) 产品使用说明书。

7.3 运输

7.3.1 蓄电池运输荷电状态应低于 40%，在运输中不得受剧烈机械冲撞、暴晒、雨淋，不得倒置。

7.3.2 蓄电池在装卸过程中，应轻搬轻放，严防摔掷、翻滚和重压。

7.4 储存

7.4.1 蓄电池应储存在温度为 5℃-40℃，干燥、清洁及通风良好的仓库内。

7.4.2 蓄电池应不受阳光直射，距离热源不得少于 2m，

7.4.3 蓄电池不得倒置及卧放，并避免机械冲击或重压

附录 A (规范性附录) 一致性分析方法

A.1 单体电池一致性分析方法

单体蓄电池放电容量的标准差系数计算如下：

$$\begin{aligned} \text{标准差 } \delta &= \sqrt{\frac{\sum_{n=1}^{24} (C_n - \bar{C})^2}{23}} \\ \text{标准差系数 } C_\delta &= \frac{\delta}{\bar{C}} \end{aligned} \quad (\text{A. 1})$$

式中：

C_n --- 第 n 个蓄电池的容量；

\bar{C} --- 24 个蓄电池的平均容量；

根据不同蓄电池的放电容量数据，可以分析单体蓄电池的一致性。

注：以 24 只单体蓄电池为例。

A.1 单体电池一致性分析方法

根据附录 B 简单模拟工况试验数据分析蓄电池模块一致性。

蓄电池模块中的 10 只单体蓄电池放电电压的标准差系数计算如下：

$$\begin{aligned} \text{标准差 } \delta &= \sqrt{\frac{\sum_{n=1}^{10} (V_n - \bar{V})^2}{9}} \\ \text{标准差系数 } V_\delta &= \frac{\delta}{\bar{V}} \end{aligned} \quad (\text{A. 2})$$

式中：

V_n --- 第 n 个蓄电池第 m 放电阶段的放电终止电压；

\bar{V} --- 10 个蓄电池的第 m 放电阶段放电终止电压的平均值。

根据不同蓄电池的放电容量数据，可以分析单体蓄电池的一致性。

注：以 10 只为一蓄电池块为例。

附录 B (规范性附录) 简单模拟工况实验步骤

B.1 范围

本附录描述了简单模拟工况试验，并且给出了所采用的试验曲线。

B.2 试验步骤

B.2.1 充电步骤

蓄电池按正文表 3 序号 4 方法充电。

B.2.2 放电步骤

B.2.2.1 能量型蓄电池

能量型蓄电池放电步骤在 $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 条件下进行，由四个阶段组成(见图 B.1、表 B.1)。

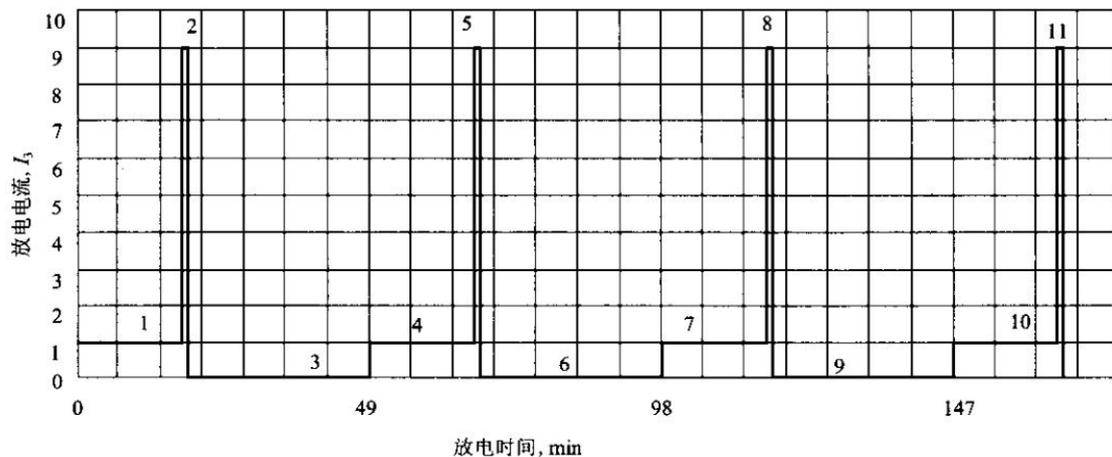


图 B.1 能量型蓄电池简单模拟工况放电曲线

表 B.1 能量型蓄电池简单模拟工况放电阶段

阶段	步骤序号	操作状态	电流, A	步骤时间, min
一	1	恒流放电	$1 I_3$	18
	2	恒流放电	$9 I_3$	1
	3	搁置	0	30
二	4	恒流放电	$1 I_3$	18
	5	恒流放电	$9 I_3$	1
	6	搁置	0	30
三	7	恒流放电	$1 I_3$	18
	8	恒流放电	$9 I_3$	1
	9	搁置	0	30
四	10	恒流放电	$1 I_3$	18
	11	恒流放电	$9 I_3$	1

注：步骤 1 至步骤 2 为第一阶段，步骤 4 至步骤 5 为第二阶段，步骤 7 至步骤 8 为第三阶段，步骤 10 至步骤 11 为第四阶段；其余步骤为阶段间间隔。

放电过程中监测蓄电池模块及单体蓄电池电压，总计进行四个阶段的脉冲放电。放电过程中记录单体蓄电池电压。在某个脉冲放电阶段内若有单体蓄电池电压低于 2.5V 则停止放电。同时进行蓄电池模块的一致性分析。

B.2.2.2 功率型蓄电池

功率型蓄电池放电步骤在 $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 条件下进行, 由两个阶段组成(见图 B.2、表 B.2)

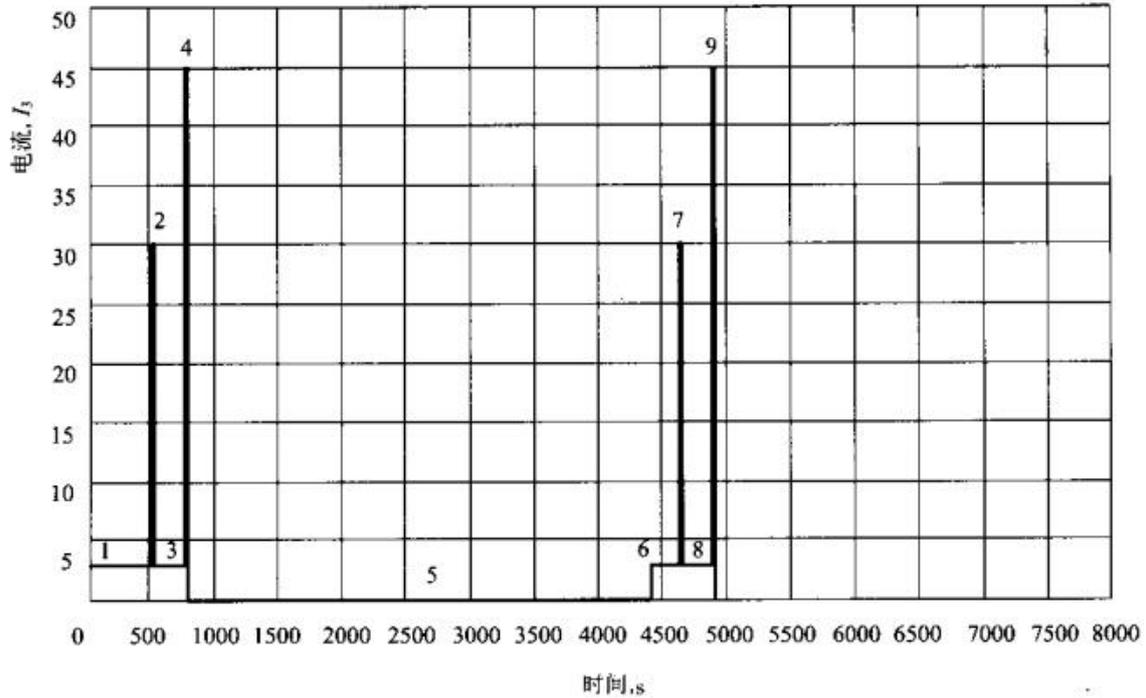


图 B.2 功率型蓄电池简单模拟工况放电曲线

表 B.2 功率型蓄电池简单模拟工况放电阶段

阶段	步骤序号	操作状态	电流, A	步骤时间, min
一	1	恒流放电	$1 I_3$	18
	2	恒流放电	$9 I_3$	1
	3	搁置	0	30
二	4	恒流放电	$1 I_3$	18
	5	恒流放电	$9 I_3$	1
	6	搁置	0	30
三	7	恒流放电	$1 I_3$	18
	8	恒流放电	$9 I_3$	1
	9	搁置	0	30
四	10	恒流放电	$1 I_3$	18
	11	恒流放电	$9 I_3$	1

注: 步骤 1 至步骤 2 为第一阶段, 步骤 4 至步骤 5 为第二阶段, 步骤 7 至步骤 8 为第三阶段, 步骤 10 至步骤 11 为第四阶段; 其余步骤为阶段间间隔。

放电过程中检测蓄电池模块及单位蓄电池电压, 总计进行两个阶段的脉冲放电。在某个脉冲放电阶段内若有单体蓄电池电压低于 2.5V 则停止放电。同时进行蓄电池模块的一致性分析。