

43.120  
T04

**TB**

# 微型电动车行业团体标准

T/TBPS-2012-2019

---

## 微型电动汽车电池组模块化技术条件

**Modularization of battery packs for micro-electric vehicles**

2020-11-24 发布

2020-12-01 实施

---

中国微电动车产业技术创新联盟  
中国电源工业协会 北京电源行业协会  
中国微型电动车与电源行业标准化技术委员会

联合发布

## 目 次

前 言.....	3
1 范围.....	4
2 规范性引用文件.....	4
3 术语、定义和符号.....	4
4 蓄电池系统要求.....	5
5 试验方法.....	7
6 标志、包装、运输、贮存.....	10
附录 A（资料性附录） 蓄电池系统的典型结构.....	12
附录 B（资料性附录） 蓄电池包推荐外形尺寸.....	13
附录 C（规范性附录） 蓄电池系统绝缘电阻测试方法.....	14

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1-2009 给出的规则起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。

本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由中国微型电动车产业技术创新联盟、中国电源产业技术创新联盟、中国电源工业协会、北京电源行业协会联合提出。

本标准由中国微型电动车与电源标准化技术委员会电池技术分标准化委员会技术归口。

本标准由中国微型电动车与电源标准化技术委员会组织实施。

本标准主要起草单位：重庆车辆检测研究院有限公司、江苏靖江阜能锂电池科技有限公司

本标准主要起草人（排名不分先后）：廖成龙、包荣初

本标准参加起草单位（排名不分先后）：重庆万虎机电有限责任公司、镇江津荣电子科技有限公司、上海唤电新能源科技有限公司、中电源技术服务（北京）中心、天宝电子（惠州）有限公司

本标准参加起草人（排名不分先后）：殷强、唐春荣、段万普、孙京伟、鲁忠渝

# 微型电动汽车电池组模块化技术条件

## 1 范围

本标准规定了微型电动汽车用动力电池组的系统要求、试验方法、标识、包装、运输和贮存。  
本标准适用于装载在微型电动汽车上的锂离子电池系统，铅酸电池、镍氢电池系统等可参照执行。

## 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 2894-2008 安全标志及其使用导则

GB/T 4208 外壳防护等级（IP 代码）

GB/T 18384.1-2015 电动汽车 安全要求 第 1 部分：车载可充电储能系统（REESS）

GB/T 18455-2010 包装回收标志

GB/T 19666 阻燃和耐火电线电缆通则

GB 21966-2008 锂原电池和蓄电池在运输中的安全要求

GB/T 31467.3-2015 电动汽车用锂离子动力蓄电池包和系统 第 3 部分：安全性要求与测试方法

GB/T 31486 电动汽车用动力蓄电池电性能要求及试验方法

## 3 术语、定义和符号

### 3.1 单体蓄电池

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 蓄电池系统

一个或多个蓄电池单体及相应附件（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。

### 3.3 爆炸

蓄电池外壳猛烈破裂，伴随剧烈响声，且有主要成分（固体物质）抛射出来。

### 3.4 起火

蓄电池任何部位发生持续燃烧（持续时间长于 1s）。火花及拉弧不属于燃烧。

### 3.5 泄露

蓄电池内部液体流出或渗出到电池壳体外部。

### 3.6 壳体

将蓄电池内部部件封装并为其提供防止与外部直接接触的保护部件。

### 3.7 额定容量

$C_2$

在规定条件下测得，并由制造商标称的电池容量值。

### 3.8 初始容量

新出厂的动力蓄电池，在室温下，完全充电后，以  $1I_2(A)$  电流放电至企业规定的放电终止条件时所放出的容量(Ah)。

### 3.9 蓄电池控制单元（BCU）

控制、管理、检测或计算蓄电池系统的电和热相关的参数，并提供蓄电池系统和其他车辆控制器通讯的电子装置。

### 3.10 室温荷电状态（SOC）

当前可用容量占初始容量的百分比。

### 3.11 B级电压电路

最大工作电压大于 30V a.c.(rms)且小于或等于 1000V a.c.(rms),或大于 60V d.c.且小于或等于 1500V d.c.的电力组件或电路。

### 3.12 最小监控单元

电池管理系统管理的最小蓄电池单元。

### 3.13 $I_2$ (A)

2h 率放电电流,其数值等于  $1C/2$  (A)。

注:  $1C$  为 1h 率额定容量 (Ah)。

## 4 蓄电池系统要求

### 4.1 一般要求

蓄电池系统应有信息采集、信息传递和安全监测功能。蓄电池系统建议设计热管理系统,用以维持蓄电池系统在正常工作温度范围内工作。蓄电池系统典型结构参见附录 A。

蓄电池系统的布置应便于检查、维修,并应采取可靠的隔离易撞击、污染、暴晒、水浸泡位置的措施。如无法避免时,则应采取有效的防护。

动力电缆和线束的阻燃和耐火性能应满足 GB/T 19666 的要求。

动力电缆连接器防护等级应满足 GB/T 4208 中 IP57 的要求,连接器应具有防插错功能。

### 4.2 工作环境要求

充电温度: $0^{\circ}\text{C}\sim 45^{\circ}\text{C}$ ;

放电温度: $-20^{\circ}\text{C}\sim 55^{\circ}\text{C}$ ;

相对湿度: $\leq 93\%\text{RH}$ ;

大气压力: $86\text{kPa}\sim 106\text{kPa}$ 。

### 4.3 外观

蓄电池系统表面表面应清洁、无锈蚀、无划痕、无变形及机械损伤,无污物,且宜有清晰正确的标志。

### 4.4 电气性能

#### 4.4.1 室温放电容量

蓄电池系统按 5.2.1 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%。

#### 4.4.2 高温放电容量

蓄电池系统按 5.2.2 试验时,其放电容量应不低于初始容量的 90%。

#### 4.4.3 低温放电容量

蓄电池系统按 5.2.3 试验时,其放电容量应不低于初始容量的 80%。

#### 4.4.4 充电器充电性能

蓄电池系统按 5.2.4 试验时,其放电容量应不低于初始容量的 98%。

#### 4.4.5 循环寿命

蓄电池系统按 5.2.5 试验时,其循环次数达到 300 次时放电容量不应低于初始容量的 90%,或者循环次数达到 600 次时,放电容量不应低于初始容量的 80%。

#### 4.4.6 高温荷电保持与恢复能力

蓄电池系统按 5.2.6 试验时,其荷电保持率应不低于初始容量的 85%,容量恢复应不低于初始容量的 90%。

#### 4.4.7 温度场均匀性

应保持蓄电池系统内部温度场的均匀性,蓄电池系统在进行 5.2.7 试验时,蓄电池系统内部温度场的温差应不大于  $8^{\circ}\text{C}$ 。

#### 4.4.8 额定电压等级

推荐的蓄电池系统额定电压等级系列为 48V、60V、72V、84V、96V。

#### 4.4.9 额定容量等级

推荐的蓄电池系统额定容量等级系列为 60Ah、80Ah、100Ah、120Ah、150Ah。

#### 4.4.10 外形尺寸

推荐的蓄电池包外形尺寸见附录 B。

#### 4.4.11 蓄电池系统的绝缘电阻

B 级电压电路的蓄电池系统，绝缘电阻应满足 GB/T 18384.1-2015 的 5.1.4 要求，且应实时监测。

#### 4.4.12 高压断电保护

额定电压高于 60V d.c.的蓄电池系统应具有自动断电装置。

### 4.5 安全性

#### 4.5.1 温度冲击

蓄电池系统按 5.3.1 试验时，系统应无泄漏、外壳破裂、着火、爆炸等现象，试验后的绝缘电阻值不小于 100Ω/V。

#### 4.5.2 浸水安全

蓄电池系统按照 5.3.2 进行浸水安全试验。

按方式一进行，应无起火或爆炸现象；

按方式二进行，试验后的绝缘电阻值不小于 100Ω/V。电池包各电路接插件及箱体内部均应无水浸入。

#### 4.5.3 振动

蓄电池系统按 5.3.3 试验时，系统应保持结构可靠、完好，系统的最小监控单元无电压锐变，系统无泄漏、外壳破裂、着火、爆炸等现象，试验后绝缘电阻值不小于 100Ω/V。

#### 4.5.4 跌落

蓄电池系统按 5.3.4 试验时，系统应无泄漏、着火、爆炸等现象。

#### 4.5.5 挤压

蓄电池系统按 5.3.5 进行挤压试验，应无起火、爆炸现象。

#### 4.5.6 过充电保护

蓄电池系统按 5.3.6 试验时，电池管理系统起作用，系统应无泄漏、外壳破裂、着火、爆炸等现象，试验后绝缘电阻值不小于 100Ω/V。

#### 4.5.7 过放电保护

蓄电池系统按 5.3.7 试验时，电池管理系统起作用，系统应无泄漏、外壳破裂、着火、爆炸等现象，试验后绝缘电阻值不小于 100Ω/V。

#### 4.5.8 过温保护

蓄电池系统按 5.3.8 试验时，电池管理系统起作用，系统应无泄漏、外壳破裂、着火、爆炸等现象，试验后绝缘电阻值不小于 100Ω/V。

#### 4.5.9 短路保护

蓄电池系统按 5.3.9 试验时，保护装置起作用，系统应无泄漏、外壳破裂、着火、爆炸等现象，试验后绝缘电阻值不小于 100Ω/V。

#### 4.5.10 过流保护

蓄电池系统按 5.3.10 试验时，电池管理系统起作用，系统应无泄漏、外壳破裂、着火、爆炸等现象，试验后绝缘电阻值不小于 100Ω/V。

### 4.8 蓄电池控制单元 BCU

#### 4.8.1 蓄电池数据采集

具有单体电压，单体温度，蓄电池系统总电流、总电压，充放电次数，最大充电电流数据采集，并能够有限度保存。

#### 4.8.2 故障报警

具有单体过电压报警、温度报警、过电流报警、绝缘故障报警，输出报警信号和报警指示。

#### 4.8.3 充放电保护

具有单体电池电压保护、温度保护功能，与充电机通讯，并具有切断电池充放电主电路功能。

### 5 试验方法

#### 5.1 通用测试条件

##### 5.1.1 环境条件

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

##### 5.1.2 测量仪器、仪表

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： $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ；
- 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： $\pm 0.1\%$ 。

##### 5.1.3 测试过程误差

控制值（实际值）与目标值之间的误差要求如下：

- a) 电压： $\pm 1\%$ ；
- b) 电流： $\pm 1\%$ ；
- c) 温度： $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 。

##### 5.1.4 蓄电池系统充电

室温下，蓄电池系统以  $1I_2$  (A) 电流放电至任一单体蓄电池电压达到放电终止电压。搁置 30 min，然后以  $1I_2$  (A) 电流充电至制造商规定的充电截止条件或按照制造商推荐的充电机制充电，静置 30 min。

##### 5.1.5 其他试验条件

蓄电池系统进行所有测试项目之前，均应进行室温放电容量测试。

除有特殊规定，蓄电池系统进行安全性试验时，均以生产厂商规定的满电态进行试验。

蓄电池系统在所有测试前进行绝缘电阻测试。测试位置为：正极和外壳，负极和外壳。要求绝缘电阻不小于  $100\Omega/\text{V}$ 。具体测试方法见附录 C。

#### 5.2 电气性能

以下电性能试验，如无特殊要求，热管理系统（如有）应处于工作状态。

##### 5.2.1 室温放电容量

按照如下步骤测试室温放电容量：

- a) 蓄电池系统按 5.1.4 方法充电；
- b) 室温下，蓄电池系统以  $1I_2$  (A) 电流放电至任一单体蓄电池电压达到放电终止电压；
- c) 计量放电容量；
- d) 重复步骤 a)~c) 5 次，当连续 3 次试验结果的极差小于额定容量的 3%，可提前结束试验，取最后 3 次试验结果平均值。

##### 5.2.2 高温放电容量

高温放电容量试验按照如下步骤进行:

- a) 蓄电池系统按 5.1.4 方法充电;
- b) 蓄电池系统在  $40^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$  下搁置 16h;
- c) 蓄电池系统在  $40^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$  下, 以  $1I_2$  (A) 电流放电至任一单体蓄电池电压达到放电终止电压;
- d) 计量放电容量。

### 5.2.3 低温放电容量

低温放电容量试验按照如下步骤进行:

- a) 蓄电池系统按 5.1.4 方法充电;
- b) 蓄电池系统在  $-20^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$  下搁置 24 h;
- c) 蓄电池系统在  $-20^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$  下, 以  $1I_2$  (A) 电流放电至任一单体蓄电池电压达到放电终止电压; (该电压值不低于室温放电终止电压的 80%);
- d) 计量放电容量。

### 5.2.4 充电器充电性能

充电器充电性能试验按照如下步骤进行:

- a) 蓄电池系统在室温条件下, 使用专用充电器进行充电, 直至充电器指示灯指示充满;
- b) 充电后搁置 30min (或企业提供的不大于 1h 的搁置时间);
- c) 室温下, 蓄电池系统以  $1I_2$  (A) 电流放电至任一单体蓄电池电压达到放电终止电压;
- d) 计量放电容量。

### 5.2.5 标准循环寿命

按照如下步骤测试标准循环寿命:

- a) 以  $1I_2$  (A) 放电至电池任一单体电压达到生产厂商技术条件中规定的放电终止电压;
- b) 搁置不低于 30 min 或生产厂商规定的搁置时间;
- c) 以  $1I_2$  (A) 电流充电至制造商规定的充电截止条件或按照制造商推荐的充电机制充电;
- d) 搁置不低于 30 min 或生产厂商规定的搁置时间。
- e) 以  $1I_2$  (A) 放电至蓄电池任一单体电压达到生产厂商技术条件中规定的放电终止电压, 记录放电容量。
- f) 按照 b)~e) 连续循环 300 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 300 次。
- g) 计量室温放电容量。

### 5.2.6 高温荷电保持与恢复能力

高温荷电保持与容量恢复能力试验按照如下步骤进行:

- a) 蓄电池系统按 5.1.4 方法充电;
- b) 蓄电池系统在  $55^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$  下储存 7d;
- c) 蓄电池系统在室温下搁置 16 h 后, 以  $1I_2$  (A) 电流放电至任一单体蓄电池电压达到放电终止电压;
- d) 计量荷电保持容量;
- e) 蓄电池系统再按生产厂商规定方法充电;
- f) 室温下, 蓄电池系统以  $1I_2$  (A) 电流放电至任一单体蓄电池电压达到放电终止电压;
- g) 计量恢复容量。

### 5.2.7 温度场均匀性

- a) 在蓄电池系统内均匀选择 3 个以上的单体蓄电池正负极柱作为温度采集点;

b) 将蓄电池系统置于恒温试验箱中。设定试验温度分别为 0℃、25℃、55℃，以 1I<sub>2</sub> (A) 电流充电至制造商规定的充电截止条件或按照制造商推荐的充电机制充电。

c) 充电后搁置 30min(或企业提供的不高于 1h 的搁置时间)，以 1I<sub>2</sub>(A) 电流放电至生产厂商规定的终止条件。

d) 记录整个充、放电过程中各采集点温度，计算每一时间点最高温度与最低温度之差。

## 5.3 安全性

### 5.3.1 温度冲击

蓄电池系统置于 (-40±2)℃~(60±2)℃ 的交变温度环境中，两种极端温度的转换时间在 30min 以内。测试对象在每个极端温度环境中保持 8h，循环 5 次。在室温下观察 2h。

### 5.3.2 浸水安全

蓄电池系统按照整车连接方式连接好线束、接插件等零部件，室温下，选择以下两种方式中的一种进行试验：

方式一：测试对象以实车装配方向置于 3.5%NaCl 溶液（质量分数）中 2h，水深要足以淹没测试对象。

方式二：测试对象参照 GB/T 4208-2017 中 14.2.7 所述方法和流程进行试验。

将电池包取出水面，静置观察 2h。

### 5.3.3 振动

蓄电池系统以峰值加速 1 g 从 7 Hz 开始扫频到 18 Hz, 然后保持振幅 0.8 mm, 频率增加直到最大加速度达到 2g, 保持 2 g 加速度扫频到 200 Hz。共进行 12 个循环，共 3h。

### 5.3.4 跌落

蓄电池系统以实际维修或者安装过程中最可能跌落的方向，若无法确定最可能跌落的方向，则沿 z 轴方向，从 1m 的高度处自由跌落到水泥地面上，观察 2h。

### 5.3.5 挤压

蓄电池系统按下列条件进行挤压试验：

——挤压板形式：半径 75mm 的半圆柱体，半圆柱体的长度大于测试对象的高度，但不超过 1m。

——挤压方向：X 和 Y 方向（汽车行驶方向为 X 轴，另一垂直于行驶方向的水平方向为 Y 轴），为保护试验操作安全，可分开在两个测试对象上执行测试。

——挤压程度：挤压力达到 100kN 或挤压变形量达到挤压方向的整体尺寸的 30% 时停止挤压。

——保持 10min。

试验结束后，应在试验温度下观察 1h。

### 5.3.6 过充电保护

测试中蓄电池系统所有控制系统应处于工作状态；

充电电流倍率为 0.5C 或者由双方协商确定，充电至电池管理系统系统起作用。

试验后，观察 2h。

### 5.3.7 过放电保护

测试中蓄电池系统所有控制系统应处于工作状态；  
放电至放电截止条件，继续以 0.5C 放电，直至电池管理系统起作用。  
试验后，观察 2h。

### 5.3.8 过温保护

测试中蓄电池系统所有控制系统应处于工作状态；  
测试温度为测试对象最高工作温度，以测试对象允许的最大持续充放电电流进行充放电试验，直至电池管理系统起作用。  
试验后，观察 2h。

### 5.3.9 短路保护

测试中蓄电池系统所有控制系统应处于工作状态；  
将测试对象的接线端短路 10 min；  
短路电阻不大于 20 mΩ，由双方共同商定。  
试验后，观察 2 h。

### 5.3.10 过流保护

测试中蓄电池系统所有控制系统应处于工作状态；  
调整试验对象的SOC到正常工作范围的中间部分，对蓄电池系统进行充电，以达到电池系统制造商规定的最高正常充电电流。然后，将电流在5s内从最高正常充电电流增加到与制造商协商确定的可以施加的过电流水平，并继续进行充电，直至电池管理系统起作用。  
试验后，观察 2h。

## 6 标识、包装、运输与贮存

### 6.1 标识

6.1.1 蓄电池系统的标识应在车上清晰可见，且标识不易脱落，并应符合 GB/T18384.1-2015 第 4 章的规定。

6.1.2 蓄电池箱体表面应有警示标识，应符合 GB 2894-2008 表 2 中 2-7 的要求。

6.1.3 蓄电池系统应有可回收标识，回收标识的选用应符合 GB/T 18455-2010 表 1 中相关规定。

6.1.4 蓄电池系统对外动力电缆、控制线缆的接口处应有明显标识，

6.1.5 禁止、警告和指令的标识应符合 GB 2894-2008 的 4.1~4.3 的规定。

6.1.6 电池箱总成需要标识极性。极性识别标识应位于接近端子柱的位置，可采用下列标识符：

- a) 正极端子——用符号“+”或文字“正极”；
- b) 负极端子——用符号“-”或文字“负极”。

### 6.2 包装

锂离子电池的包装应符合 GB 21966-2008 的 4.2 的要求。

### 6.3 运输

6.3.1 蓄电池系统应在不完全放电状态下运输。剩余电量根据运输时间和自放电率确定，剩余电量不应小于生产厂商推荐值。

6.3.2 在运输过程中，应防止剧烈振动、冲击、日晒、雨淋，且需配备可灭 E 类火灾的二氧化碳灭火器等消防器材。

6.3.3 运输中应对电气接口进行保护。

### 6.4 贮存

6.4.1 蓄电池系统宜在温度为 5℃~40℃，通风、清洁、干燥的室内储存。避免阳光直射，距离热源不应少于 2m。

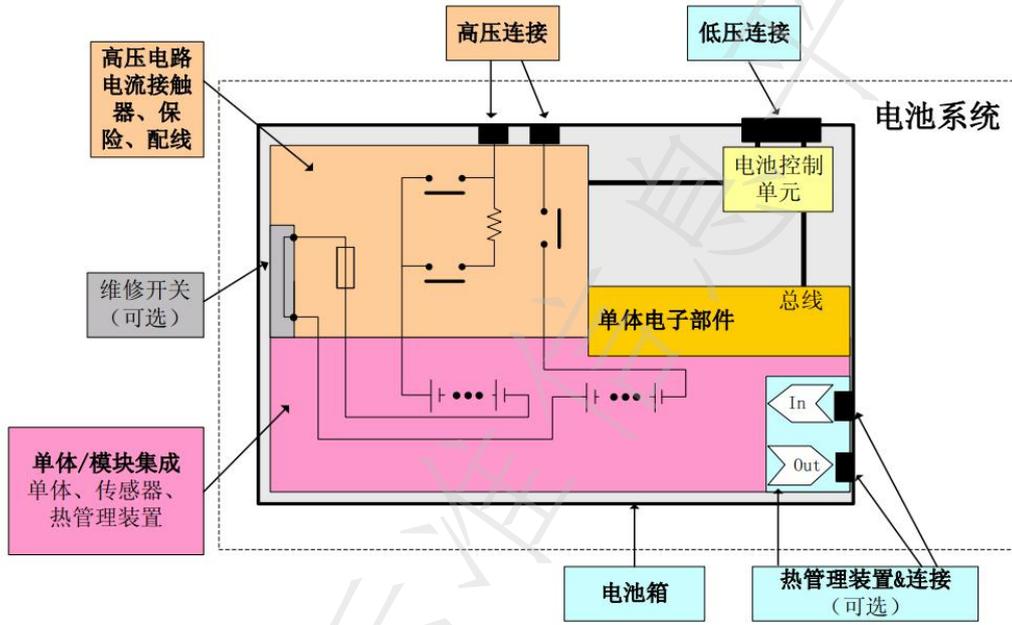
6.4.2 蓄电池系统储存期间，SOC 为 50%或生产厂商推荐值。

6.4.3 蓄电池系统不应倒置或卧放，并应避免机械冲击或重压。

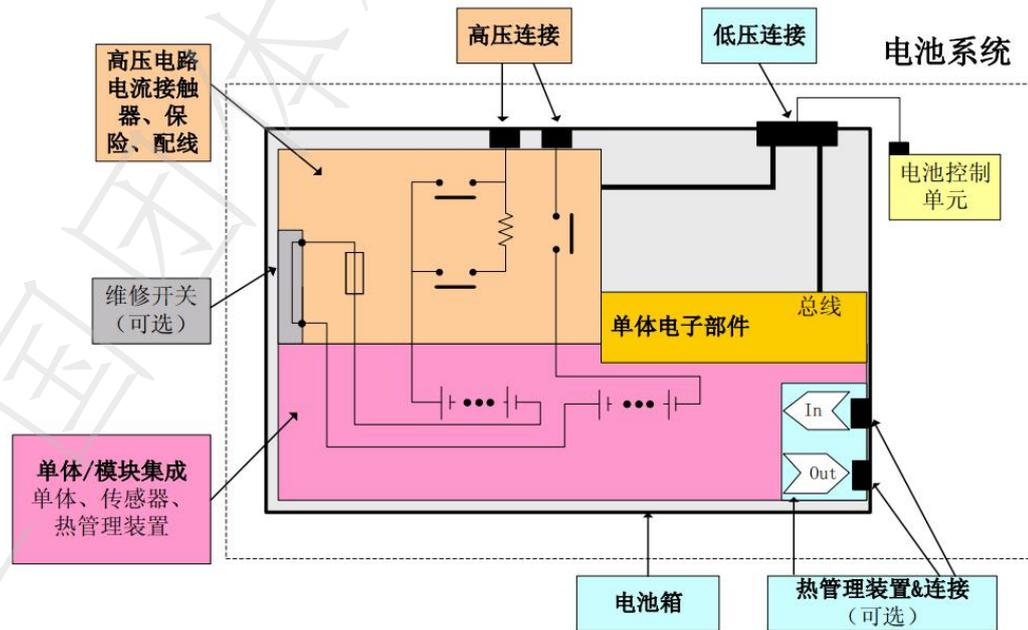
全国团体标准信息平台

附录 A  
(资料性附录)  
蓄电池系统的典型结构

蓄电池系统是能量存储装置，包括电池单体或电池包、电路和电控单元（如电池控制单元，电流接触器）。蓄电池系统的典型结构有两种，分别是集成了电池控制单元的蓄电池系统和带外置电池控制单元的电池系统，分别如图A.2和图A.3所示。



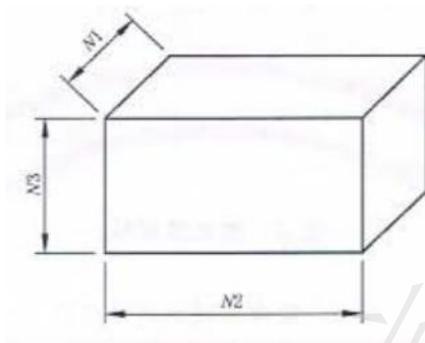
图A.2 含集成电池控制单元的电池系统典型结构



图A.3 外置集成电池控制单元的电池系统典型结构

附录 B  
(资料性附录)  
蓄电池包推荐外形尺寸

本附录推荐了适用于微型电动汽车的蓄电池包典型尺寸，表B.1列出了蓄电池包的典型尺寸。结构如图B.1所示。



说明：

N1—电池包的长度，

N2—电池包的宽度，

N3—电池包的高度/厚度。

图 B.1 电池包尺寸

表 B.1 电池包典型尺寸

序号	外形尺寸 (mm)		
	N1	N2	N3
1	900±15	600±10	120±5
2	1000±15	700±10	140±5
3	1100±15	800±10	160±5
4	1200±15	900±10	180±5
5	1300±15	1000±10	200±5

附录 C  
(规范性附录)  
蓄电池系统绝缘电阻测试方法

### C.1 目的

明确蓄电池系统的绝缘电阻测量方法。

### C.2 试验条件

蓄电池系统均以制造商规定的满电态进行，需要在温度为 $25^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ ，湿度为15%~90%的环境下进行。

电压检测工具的内阻不小于 $10\text{M}\Omega$ 。此外，若锂离子电池包和系统有绝缘电阻监测功能，在测量时应将其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。

### C.3 绝缘电阻测试方法：

测量方法可以从以下两种方法中选取：

#### C.3.1 方法1：

- a) 使蓄电池系统处于接通的状态；
- b) 用同一电压检测工具先后测量蓄电池系统的两个端子和电平台（等电位连接点）之间的电压，如图 B.1 中所示，较高的一个为  $U_1$ ，较低的一个为  $U_1'$ 。

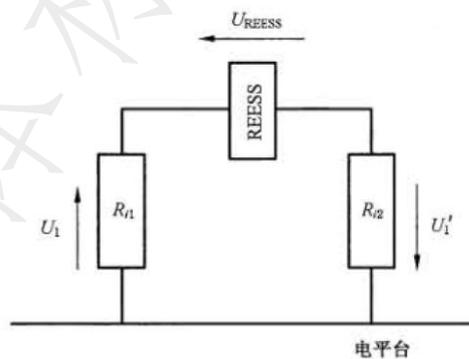


图 B.1 绝缘电阻测量步骤 b)

- c) 添加一个已知电阻  $R_0$ ，如图 B.2 中所示并联在蓄电池系统的  $U_1$  侧端子与电平台之间。再用该电压检测工具先后测量 REESS 的两个端子和电平台之间的电压，测量值为  $U_2$  和  $U_2'$ 。

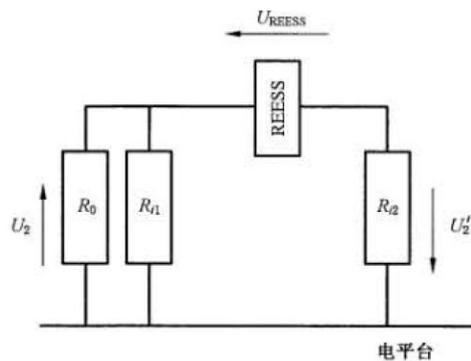


图 B.2 绝缘电阻测量步骤 c)

d) 计算绝缘电阻  $R_i$ ，方法如下：

$R_i$  可以使用  $R_0$  和所有四个电压值  $U_1$ 、 $U_1'$ 、 $U_2$  和  $U_2'$ ，代入式 (1) 来计算：

$$R_i = R_0 \left( \frac{U_2'}{U_2} - \frac{U_1'}{U_1} \right) \dots\dots\dots (1)$$

注： $U_1$ 、 $U_1'$ 、 $U_2$  和  $U_2'$  均取绝对值。

### C.3.2 方法2：

a) 使蓄电池系统处于接通的状态；

b) 使用绝缘电阻仪分别测量蓄电池系统正极和外壳，以及负极和外壳之间的绝缘电阻。

1. 测量电压：使用的测量电压应为蓄电池系统标称电压的 1.5 倍或 500V (DC) 的电压，两者取较高值；

2. 测量时间：施加的电压应该足够长，以便获得稳定的读数；

根据标准计算方法计算得到的绝缘电阻值除以蓄电池系统的标称电压  $U$ ，所得到值应大于  $100\Omega/V$ 。