



型号	A31-V1	规格书编号	PBRI-A31-V1-D06-02	版本	B
----	--------	-------	--------------------	----	---

产品交付规格书

方形铝壳锂离子电池

型号： A31-V1

编制	产品设计审核	品质审核	销售审核	批准

客户接收栏
公司名称:
批 准:
日 期:

2023 年 3 月

湖北亿纬动力有限公司

型号	A31-V1	规格书编号	PBRI-A31-V1-D06-02	版本	B
----	--------	-------	--------------------	----	---

客户要求

要求客户写出他们的需求信息并提前与湖北亿纬动力有限公司（简称：亿纬动力）沟通。如果客户有一些特别的应用或者操作条件不同于此文件中所描述的，亿纬动力可以根据客户的特别要求进行产品的设计和生产。

序号	特殊要求	标准
1		
2		
3		
4		
5		

客户代码： _____ 签字： _____ 日期： _____

型号	A31-V1	规格书编号	PBRI-A31-V1-D06-02	版本	B
----	--------	-------	--------------------	----	---

目录

客户要求.....	i
术语定义.....	v
1. 基本信息.....	- 1 -
1.1. 适用范围.....	- 1 -
1.2. 产品类型.....	- 1 -
1.3. 产品名称.....	- 1 -
2. 电池规格参数.....	- 1 -
2.1. 电池基本参数.....	- 1 -
2.2. 产品规格.....	- 2 -
2.3. 电池图纸.....	- 3 -
2.4. 外观.....	- 3 -
3. 试验条件.....	- 3 -
3.1. 环境条件.....	- 3 -
3.2. 测量设备.....	- 3 -
3.3. 测试夹具准备.....	- 4 -
3.4. 测试夹具安装.....	- 4 -
3.5. 标准充电方式.....	- 5 -
3.6. 标准放电方式.....	- 5 -
3.7. 容量标定和能量标定.....	- 5 -
3.8. 测试方法.....	- 5 -
4. BMS 设计参数建议.....	- 10 -
4.1. 电性能数据.....	- 10 -
4.2. 电池安全操作限制.....	- 12 -
5. 模组设计参数建议.....	- 17 -
5.1. 电池方向.....	- 17 -
5.2. 电池压缩力.....	- 17 -
5.3. 电池膨胀力.....	- 17 -
5.4. 热力学参数.....	- 18 -
5.5. 推荐温度采集点（电池温度场分布）.....	- 18 -
6. 电池操作说明及注意事项.....	- 18 -
6.1. 产品寿命终止管理.....	- 18 -
6.2. 长期存储.....	- 18 -
6.3. 运输.....	- 18 -



型号	A31-V1	规格书编号	PBRI-A31-V1-D06-02	版本	B
6.4.	操作说明.....				- 19 -
6.5.	免责声明.....				- 19 -
6.6.	其它.....				- 19 -
7.	联系方式.....				- 19 -
8.	A31-V1 电池图纸.....				- 19 -

型号	A31-V1	规格书编号	PBRI-A31-V1-D06-02	版本	B
----	--------	-------	--------------------	----	---

术语定义

术语	定义
产品	本规格书中的“产品”是指湖北亿纬动力有限公司生产的 A31-V1 可充电方形铝壳锂离子电池。
客户	指《湖北亿纬动力有限公司产品销售合同》中的买方。
环境温度	电池所处的周围环境温度。
电芯温度	由接入电池的温度传感器测量的电芯的温度。
倍率 (C)	充/放电电流与电池的额定容量值的比率。
荷电状态 (SOC)	在无负载的情况下，以安培-小时或者以瓦特-小时为单位计量的电池容量状态与额定容量的比值。
循环 (Cycle)	电池按规定的充放标准充放一次为一个循环。循环包括短时的正常充电或者再生充电和放电过程的组合，在充电过程中有时只有正常充电而无再生充电的情况。放电可以由一些部分放电组合在一起形成。
标准充电	本规格书第 3.5 条所述的充电模式。
标准放电	本规格书第 3.6 条所述的放电模式。
开路电压 (OCV)	没有接入任何负载和电路时测得的电池的电压。
直流电阻 (DCR)	工作条件下电池的电压变化与相应的电流变化之比，测试方法如本规格书第 3.8.3.6 条所述。
电池管理系统 (BMS)	客户用于检测和记录产品在整个服务期限内的运行参数的一种有效的追踪和控制系统。其追踪和记录的参数包括但不限于电压、电流、温度等，以控制产品的运行并确保产品运行环境及运行条件符合本规格书的规定。
模组	锂离子电池经串并联方式组合，加装单体电池监控与管理装置后形成的电芯与 pack 的中间产品。
脉冲电流	以周期重复出现的电流或电压脉冲称为脉冲电流，脉冲电流或是以同一方向出现，或是以正、负交替变换方向出现。
压缩力	模组组装时，电池可承受压缩力的安全边界。
初始状态 (BOL)	电池在寿命开始时的状态，本规格书指电池出货后未进行充放电的状态。
结束状态 (EOL)	电池在寿命终止时的状态，本规格书指电池使用后容量衰减至低于 80% 标称容量的状态。

型号	A31-V1	规格书编号	PBRI-A31-V1-D06-02	版本	B
测量单位	<p>“V” (Volt) 伏特 (V), 电压单位</p> <p>“A” (Ampere) 安培 (A), 电流单位</p> <p>“Ah” (Ampere-Hour) 安培-小时 (Ah), 负荷单位</p> <p>“Wh” (Watt-Hour) 瓦特-小时 (Wh), 能量单位</p> <p>“Ω” (Ohm) 欧姆 (Ω), 电阻单位</p> <p>“mΩ” (MilliOhm) 毫欧姆 (mΩ), 电阻单位</p> <p>“°C” (degree Celsius) 摄氏度 (°C), 温度单位</p> <p>“mm” (millimeter) 毫米 (mm), 长度单位</p> <p>“s” (second) 秒 (s), 时间单位</p> <p>“Hz” (Hertz) 赫兹 (Hz), 频率单位</p> <p>“g” (Gram) 克 (g), 质量单位</p> <p>“N” (Newton) 牛 (N), 力的单位</p> <p>“N m” (Newton * Meter) 牛米 (N m), 力矩单位</p> <p>“kgf” (Kilogram-Force) 千克力 (kgf), 力的单位</p> <p>“Pa” (Pascal) 帕斯卡 (Pa), 压强单位</p>				

型号	A31-V1	规格书编号	PBRI-A31-V1-D06-02	版本	B
----	--------	-------	--------------------	----	---

1. 基本信息

1.1. 适用范围

本产品规格书适用于湖北亿纬动力有限公司生产的方形铝壳锂离子电池

1.2. 产品类型

方形铝壳锂离子电池

1.3. 产品名称

A31-V1

2. 电池规格参数

2.1. 电池基本参数

项目	标准	备注	
最小容量	132.5Ah	1/3C, 25±2°C, 2.50V-3.65V	
最小能量	426.7Wh	1/3C, 25±2°C, 2.50V-3.65V	
初始内阻	≤0.3mΩ	AC, 1kHz, 21%SOC	
标称电压	3.22V	1/3C, 25±2°C, 2.50V-3.65V	
电池重量	2370±30g		
充电限制电压 (U _{max})	3.65V	/	
放电截止电压 (U _{min})	2.50V (>20°C) 2.00V (-30°C≤T≤20°C)	/	
快充性能	20min (3C)	10%~80%SOC, 25±2°C	
循环性能	25°C快充循环	2000 周	3%~100%DOD; 快充/1C 放电, 2.50V-3.65V, 300±20kgf 夹具循环; 容量保持率≥80%
	35°C快充循环	1200 周	3%~100%DOD; 快充/1C 放电, 2.50V-3.65V, 300±20kgf 夹具循环; 容量保持率≥80%
工作温度	充电温度	-20°C~ 55°C	/
	放电温度	-30°C~55°C	/
存储温度	≥30 天	-40°C~55°C	出货 SOC 状态 (21%±3%SOC)
	<30 天	55°C~60°C	

型号	A31-V1	规格书编号	PBRI-A31-V1-D06-02	版本	B
----	--------	-------	--------------------	----	---

2.2. 产品规格

2.2.1. 尺寸、重量指标

序号	项目		标准	测试方法章节
1	裸电芯尺寸	高度 1 (含极柱)	112.6±0.4mm	3.8.1
		高度 2 (不含极柱)	109.3±0.4mm	
		宽度	194.0±0.3mm	
		厚度	50.5±0.3mm (21%SOC, 300±20kgf 压力下厚度)	
	包膜后尺寸	A31-V1 图纸 1		
		A31-V1 图纸 2		
2	重量	重量 (含蓝膜, 顶贴片)	2370±30g	3.8.2

2.2.2. 电性能指标

序号	项目		标准	测试方法章节
1	容量	1/3C 容量	≥132.5Ah	3.8.3.1
		1C 容量	≥130.0Ah	3.8.3.2
2	能量	1/3C 能量	≥426.7Wh	3.8.3.1
		1C 能量	≥411.7Wh	3.8.3.2
3	放电性能	-20°C能量比	≥70%	3.8.3.3
		0°C能量比	≥85%	3.8.3.4
		25°C能量比	100%	/
		45°C能量比	≥100%	3.8.3.5
4	DCR	25°C, 50%SOC, 2C, DC 10s	0.650±0.065mΩ	3.8.3.6
5	循环	25°C快充循环	2000 周, 容量保持率≥80%	3.8.3.7
		35°C快充循环	1200 周, 容量保持率≥80%	3.8.3.8
6	荷电保持与容量恢复	100%SOC, 25°C, 28 天	容量保持率≥97%	3.8.3.9
			容量恢复率≥98%	
		100%SOC, 45°C, 28 天	容量保持率≥96%	3.8.3.10
			容量恢复率≥97%	

型号	A31-V1	规格书编号	PBRI-A31-V1-D06-02	版本	B
----	--------	-------	--------------------	----	---

2.2.3. 安全性能指标

序号	项目	标准	测试方法章节
1	过放电	不起火、不爆炸	3.8.4.1
2	过充电	不起火、不爆炸	3.8.4.2
3	外部短路	不起火、不爆炸	3.8.4.3
4	加热	不起火、不爆炸	3.8.4.4
5	温度循环	不起火、不爆炸	3.8.4.5
6	挤压	不起火、不爆炸	3.8.4.6
7	热失控	不起火、不爆炸	3.8.4.7
8	振动	不起火、不爆炸	3.8.4.8

2.3. 电池图纸

见图 1。

2.4. 外观

电池应无明显擦伤、裂痕、锈渍、变色或电解液泄漏这类对电池商用价值有影响的缺陷。

3. 试验条件

3.1. 环境条件

除特别说明外，本规格书提及的一般性试验应在环境温度，相对湿度低于 65% RH，大气压力为 86 kPa~106 kPa 的环境中进行。本规格书所提到的环境温度，是指 $25 \pm 2^\circ\text{C}$ 。

3.2. 测量设备

测量仪器、仪表的准确度应至少满足以下要求：

电压测量装置： $\pm 0.1\%$ ；

电流测量装置： $\pm 0.1\%$ ；

温度测量装置： $\pm 0.5^\circ\text{C}$ ；

尺寸测量装置： $\pm 0.01\text{mm}$ ；

重量测量装置： $\pm 0.1\text{g}$ ；

型号	A31-V1	规格书编号	PBRI-A31-V1-D06-02	版本	B
----	--------	-------	--------------------	----	---

3.3. 测试夹具准备

3.3.1. 普通夹具

单体电池需采用夹板（材质：45 钢，厚度：10mm）固定，夹板需要覆盖住电池大面，夹板之间采用 4 个 M8 螺栓固定，且夹板各个面均需用绝缘膜包覆，绝缘膜厚度不小于 0.1mm。

3.3.2. 膨胀力夹具

单体电池需采用压板（材质：45 钢，厚度：外侧 16.5mm、内侧 16.5mm）固定，压板需要覆盖住电池大面，压板之间采用 4 个导柱固定，且压板各个面均需用绝缘膜包覆，绝缘膜厚度不小于 0.1mm。

3.4. 测试夹具安装

3.4.1. 硅胶框复合气凝胶安装

循环测试需要贴硅胶框复合气凝胶，覆盖住电池大面。

注意：电池前后双面都须要贴。

硅胶框复合气凝胶粘贴如下图所示：

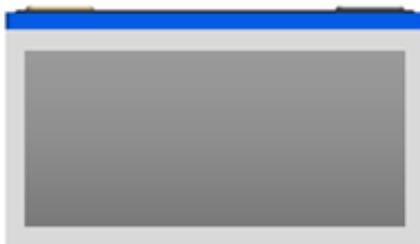


图 3 电池贴硅胶框复合气凝胶示意图

3.4.2. 夹具安装

将包覆有蓝膜（材质：PET，厚度 0.11mm）和顶贴片（材质：PC，厚度 0.3mm）的待测试电池（~21%SOC）置于普通夹具或膨胀力夹具的夹板中间，用 300 ± 20 kgf 的扭力固定螺栓，如下图所示。

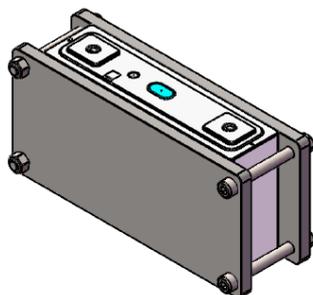


图 4 普通夹具安装图

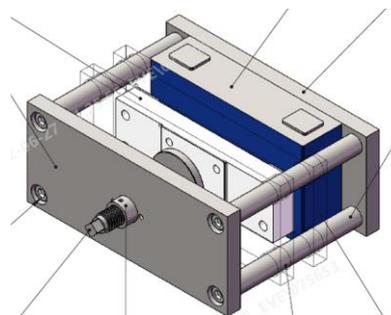


图 5 膨胀力夹具安装图

型号	A31-V1	规格书编号	PBRI-A31-V1-D06-02	版本	B
----	--------	-------	--------------------	----	---

3.5. 标准充电方式

标准充电是指在环境温度 $25 \pm 2^\circ\text{C}$ 的条件下, 对电池以 $1/3C$ (43.3A) 的电流恒流充电至 3.65V, 然后在 3.65V 下转恒压充电, 充电到 $0.05C$ (6.5A) 截止, 然后静置 30min。

3.6. 标准放电方式

标准放电是指在环境温度 $25 \pm 2^\circ\text{C}$ 的条件下, 对电池以 $1/3C$ (43.3A) 的电流恒流放电, 直至放电电压达到 2.50V 时截止, 然后静置 30min。

3.7. 容量标定和能量标定

在环境温度 $25 \pm 2^\circ\text{C}$ 的条件下, 对电池按照 3.5 标准充电方式进行充电, 然后按照 3.6 标准放电方式进行放电, 并重复 3 次标准充电和标准放电, 3 次的平均放电容量即为 $1/3C$ 放电容量, 记录放电容量为标定容量 C_0 , 3 次的平均放电能量即为 $1/3C$ 放电能量, 记录放电能量为标定能量 E_0 。

3.8. 测试方法

3.8.1. 尺寸

试验设备: 电子数显卡尺、平板测厚仪。

试验方法:

- 使用电子数显卡尺测量电池宽度和高度 (8);
- 使用平板测厚仪测量电池厚度, 测试条件: $300 \pm 20\text{kgf}$ 压力下维持 10s。

*电池厚度随着 SOC 增加会有所增加, 随着使用时间增加会有所增加, 此处厚度指电池处于 BOL 状态的厚度 (出货时 SOC: 21%)。

3.8.2. 重量

试验设备: 电子秤;

试验方法: 使用电子秤测量电池的重量。

3.8.3. 电性能

3.8.3.1. $1/3C$ 放电容量和能量 (标准放电方式)

在环境温度 $25^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ 的条件下, 对电池按照标准充电方式 (3.5) 充满电, 然后按照标准放电方式 (3.6) 放电, 记录放电容量和放电能量。将标准充电方式和标准放电方式重复 3 次, 3 次的平均放电容量即为 $1/3C$ 放电容量 C_1 , 3 次的平均放电能量即为 $1/3C$ 放电能量 E_1 。

3.8.3.2. $1C$ 放电容量和能量

在环境温度 $25^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ 的条件下, 对电池按照标准充电方式 (3.5) 充满电, 然后以 $1C$ (130A) 的电流恒流放电至 2.5V, 静置 30min, 记录放电容量和放电能量。以上充放电重复 3 次, 3 次的平均放电容量即为 $1C$ 放电容量 C_2 , 3 次的平均放电能量即为 $1C$ 放电能量 E_2 。

型号	A31-V1	规格书编号	PBRI-A31-V1-D06-02	版本	B
----	--------	-------	--------------------	----	---

3.8.3.3. -20°C能量比

在环境温度 $25 \pm 2^\circ\text{C}$ 的条件下，对电池按照 (3.7) 的方法进行容量标定。在环境温度 $25 \pm 2^\circ\text{C}$ 的条件下，对电池按照标准充电方式 (3.5) 充满电，然后在 $-20 \pm 2^\circ\text{C}$ 的环境下静置 8h，在 $-20 \pm 2^\circ\text{C}$ 的环境下用 $1/3C$ (43.3A) 的电流恒流放电至 2.0V，记录放电能量 E_3 ， E_3/E_0 即为 -20°C 能量比。

3.8.3.4. 0°C能量比

在环境温度 $25 \pm 2^\circ\text{C}$ 的条件下，对电池按照 (3.7) 的方法进行容量标定。在环境温度 $25 \pm 2^\circ\text{C}$ 的条件下，对电池按照标准充电方式 (3.5) 充满电，然后在 $0 \pm 2^\circ\text{C}$ 的环境下静置 8h，在 $0 \pm 2^\circ\text{C}$ 的环境下用 $1/3C$ (43.3A) 的电流恒流放电至 2.0V，记录放电能量 E_4 ， E_4/E_0 即为 0°C 能量比。

3.8.3.5. 45°C能量比

在环境温度 $25 \pm 2^\circ\text{C}$ 的条件下，对电池按照 (3.7) 的方法进行容量标定。在环境温度 $25 \pm 2^\circ\text{C}$ 的条件下，对电池按照标准充电方式 (3.5) 充满电，然后在 $45 \pm 2^\circ\text{C}$ 的环境下静置 4h，在 $45^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ 的环境下用 $1/3C$ (43.3A) 的电流恒流放电至 2.5V，记录放电能量 E_5 ， E_5/E_0 即为 45°C 能量比。

3.8.3.6. 内阻

- 在环境温度 $25 \pm 2^\circ\text{C}$ 的条件下，对出货态电池采用 AC 1kHz 的频率进行测试。
- 在环境温度 $25 \pm 2^\circ\text{C}$ 的条件下，对电池按照 (3.7) 的方法进行容量标定，然后按照标准充电方式 (3.5) 充电，然后以 $1/3C_0$ 的电流恒流放电 90min (调整 SOC 为 50%) 静置 1h，记录静置末期电压 V_1 ，然后用 $1C$ (130A) 的电流恒流放电 10sec，记录放电末期电压 V_2 ，计算 DCR， $\text{DCR} = (V_1 - V_2) * 1000 / 130 \text{ m}\Omega$ 。

3.8.3.7. 25°C快充循环

测试前按照 (3.3) 进行夹具准备，在常温下 21%SOC 时，按照 (3.4) 的方法安装膨胀力夹具。

a) 在环境温度 $25 \pm 2^\circ\text{C}$ 的条件下，对电池按照 (3.5) 标准充电方式进行充电，然后按照 3.6 标准放电进行放电，并重复 3 次标准充电方式和标准放电方式。将标准充电方式和标准放电方式重复 3 次，3 次的平均放电容量即为 $1/3C$ 放电容量，记录放电容量为标定容量 C_3 ，如果 $C_3 \geq 130$ ，跳转工步 b.)，如果 $C_3 < 130$ ，跳转工步 f.)

b) 对电池以特定的快充策略充电 (4.1.2)， $C=130\text{A}$ 静置 30min；

c) 以 $1C$ (130A) 的电流恒流放电 $97\%C_3$ ，静置 30min；

d) 重复 b - c 循环 50 周。

e) 重复 a - d 循环 40 周。

f) 对电池以特定的快充策略充电 (4.1.2)， $C=C_3$ 静置 30min；

g) 以 $1C_3$ 的电流恒流放电 $97\%C_3$ ，静置 30min；

h) 重复 f - g 循环 50 周。

i) 重复 a - h 循环 40 周。

型号	A31-V1	规格书编号	PBRI-A31-V1-D06-02	版本	B
----	--------	-------	--------------------	----	---

3.8.3.8. 35°C快充循环

测试前按照 (3.3) 进行夹具准备, 在常温下 21%SOC 时, 按照 (3.4) 的方法安装膨胀力夹具。

a) 在环境温度 $35 \pm 2^\circ\text{C}$ 的条件下, 对电池按照 (3.5) 标准充电方式进行充电, 然后按照 (3.6) 标准放电进行放电, 并重复 3 次标准充电方式和标准放电方式。将标准充电方式和标准放电方式重复 3 次, 3 次的平均放电容量即为 $1/3C$ 放电容量, 记录放电容量为标定容量 C_4 , 如果 $C_4 \geq 130$, 跳转工步 b.), 如果 $C_4 < 130$, 跳转工步 f.)

b) 对电池以特定的快充策略充电 (4.1.2), $C=130\text{A}$ 静置 30min;

c) 以 $1C$ (130A) 的电流恒流放电 $97\%C_3$, 静置 30min;

d) 重复 b - c 循环 50 周。

e) 重复 a - d 循环 40 周。

f) 对电池以特定的快充策略充电 (4.1.2), $C=C_4$ 静置 30min;

g) 以 $1C_4$ 的电流恒流放电 $97\%C_4$, 静置 30min;

h) 重复 f - g 循环 50 周。

i) 重复 a - h 循环 40 周。

3.8.3.9. 25°C荷电保持与容量恢复

在环境温度 $25 \pm 2^\circ\text{C}$ 的条件下, 按照 3.4 的方法安装普通夹具, 然后对电池进行容量标定 (3.7), 然后按照标准充电方式 (3.5) 充电, 然后在环境温度 $25 \pm 2^\circ\text{C}$ 的条件下静置 28 天, 然后在环境温度 $25 \pm 2^\circ\text{C}$ 的条件下按照标准放电方式 (3.6) 放电 (记录放电容量 C_5), 然后按照标准充电方式 (3.5) 充电后用标准放电方式 (3.6) 放电 (记录放电容量 C_6)。容量保持率= $C_5/C_0 \times 100\%$, 容量恢复率= $C_6/C_0 \times 100\%$ 。

3.8.3.10. 45°C荷电保持与容量恢复

在环境温度 $25 \pm 2^\circ\text{C}$ 的条件下, 按照 (3.4) 的方法安装普通夹具, 然后对电池进行容量标定 (3.7), 然后按照标准充电方式 (3.5) 充电, 然后在环境温度 $45 \pm 2^\circ\text{C}$ 的条件下静置 28 天, 然后在环境温度 $25^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ 的条件下静置 6h, 然后按照标准放电方式 (3.6) 放电 (记录放电容量 C_7), 然后按照标准充电方式 (3.5) 充电后用标准放电方式 (3.6) 放电 (记录放电容量 C_8)。容量保持率= $C_7/C_0 \times 100\%$, 容量恢复率= $C_8/C_0 \times 100\%$ 。

3.8.4. 安全性能

3.8.4.1. 过放电

在环境温度 $25 \pm 2^\circ\text{C}$ 的条件下, 对电池按照标准充电方式 (3.5) 充满电, 然后按照 (3.4) 的方法安装测试夹具。在安全试验环境温度 $25 \pm 5^\circ\text{C}$ 下电池以 130A 恒流放电 90 min。观察 1h。(参考 GB 38031-2020 电动汽车用蓄电池安全要求)

3.8.4.2. 过充电

在环境温度 $25 \pm 2^\circ\text{C}$ 的条件下, 对电池按照标准充电方式 (3.5) 充满电, 然后按照 (3.4) 的方法安装测试夹具。在安全试验环境温度 $25 \pm 5^\circ\text{C}$ 下电池以 130A 恒流充电至 4.015V 或 $115\%SOC$ 后, 停止充电。观察 1h。(参考

型号	A31-V1	规格书编号	PBRI-A31-V1-D06-02	版本	B
----	--------	-------	--------------------	----	---

GB 38031-2020 电动汽车用蓄电池安全要求)

3.8.4.3. 外部短路

在环境温度 $25 \pm 2^\circ\text{C}$ 的条件下，对电池按照标准充电方式 (3.5) 充满电，然后按照 (3.4) 的方法安装测试夹具。在安全试验环境温度 $25 \pm 5^\circ\text{C}$ 下将电池正、负极经外部短路 10min，外部线路电阻值应小于 $5\text{m}\Omega$ 。观察 1h。
(参考 GB 38031-2020 电动汽车用蓄电池安全要求)

3.8.4.4. 加热 (130°C)

在环境温度 $25 \pm 2^\circ\text{C}$ 的条件下，对电池按照标准充电方式 (3.5) 充满电，然后按照 (3.4) 的方法安装测试夹具。将电池放入温度箱，温度箱按照 $5^\circ\text{C}/\text{min}$ 的速率由室温升至 $130 \pm 2^\circ\text{C}$ ，并保持此温度 30min 后停止加热。观察 1h。(参考 GB 38031-2020 电动汽车用蓄电池安全要求)

3.8.4.5. 温度循环

在环境温度 $25 \pm 2^\circ\text{C}$ 的条件下，对电池按照标准充电方式 (3.5) 充满电，然后按照 (3.4) 的方法安装测试夹具。将电池放入温度箱中，温度箱按照下表和下图进行调节，循环次数 5 次。(参考 GB 38031-2020 电动汽车用蓄电池安全要求)

温度 ($^\circ\text{C}$)	时间增量 (min)	累计时间 (min)	温度变化率 ($^\circ\text{C}/\text{min}$)
25	0	0	0
-40	60	60	13/12
-40	90	150	0
25	60	210	13/12
85	90	300	2/3
85	110	410	0
25	70	480	6/7

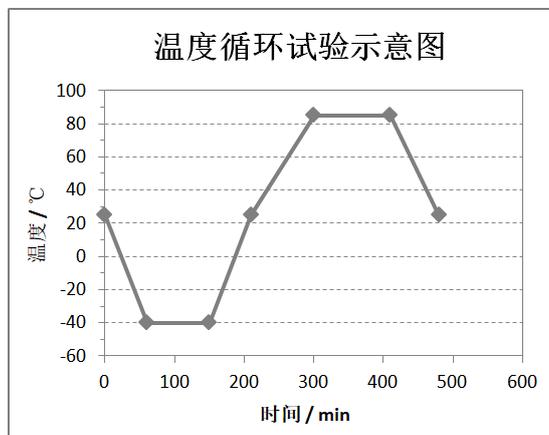


图 6 温度循环示意图

型号	A31-V1	规格书编号	PBRI-A31-V1-D06-02	版本	B
----	--------	-------	--------------------	----	---

3.8.4.6. 挤压

在环境温度 $25 \pm 2^\circ\text{C}$ 的条件下，对电池按照标准充电方式 (3.5) 充满电。在安全试验环境温度 $25 \pm 5^\circ\text{C}$ 下按照如下条件进行试验：

- 挤压方向：垂直于电池单体极板方向施压，或与电池单体在整车布局上最容易受到挤压的方向相同；
- 挤压板形式：半径 75mm 的半圆柱体，半圆柱体的长度 (L) 大于被挤压电池单体的尺寸 (参考下图所示)；
- 挤压速度：不大于 2mm/s；
- 挤压程度：电压达到 0V 或变形量达到 15% 或挤压力达到 100kN 或 1000 倍试验对象重量后停止挤压；
- 保持 10min。观察 1h。(参考 GB 38031-2020 电动汽车用蓄电池安全要求)

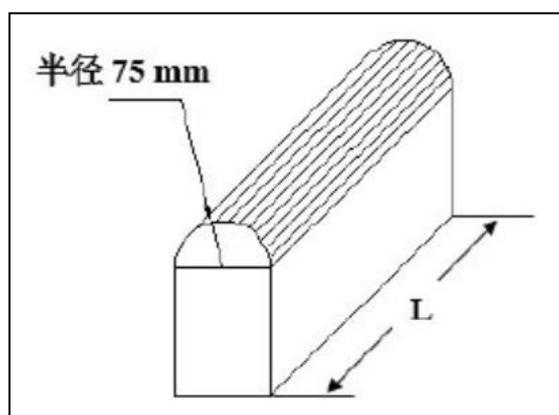


图 7 挤压板示意图

3.8.4.7. 热失控

在环境温度 $25 \pm 2^\circ\text{C}$ 的条件下，对电池按照标准充电方式 (3.5) 充满电，然后按照 (3.4) 的方法安装测试夹具。

使用平面状或者棒状加热装置，并且其表面应覆盖陶瓷，金属或绝缘层，加热装置的功率要求为 300W~2000W。完成测试对象与加热装置的装配，加热装置与蓄电池应直接接触，加热装置的尺寸规格应不大于测试对象的被加热面；安装温度监测器，监测点温度传感器布置在远离热传导的一侧，即安装在加热装置的对侧。温度数据的采样间隔应小于 1s，准确度要求为 $\pm 2^\circ\text{C}$ ，温度传感器尖端的直径应小于 1 mm。对测试对象用 1C 电流继续充电 12min，10V 电压截止。立刻启动加热装置，并以其最大功率对测试对象进行持续加热，当发生热失控或者 (5.5) 中定义的监测点温度达到 300°C 时，停止触发，关闭加热装置。加热过程中及加热结束 1h 内，如果发生起火、爆炸现象，则试验终止。(参考 GB38032-2020 电动客车安全要求)。

以下是判定是否发生热失控的条件：

- 测试对象产生电压降，且下降值超过初始电压的 25%；
- 监测点温度达到电池厂商规定的最高工作温度；
- 监测点的温升速率 $dT/dt \geq 1^\circ\text{C/s}$ ，且持续 3s 以上。

当 a) 和 c) 或者 b) 和 c) 发生时，判定发生热失控。

型号	A31-V1	规格书编号	PBRI-A31-V1-D06-02	版本	B
----	--------	-------	--------------------	----	---

3.8.4.8. 振动

在环境温度 $25 \pm 2^\circ\text{C}$ 的条件下，对电池按照标准充电方式 (3.5) 充满电；将电池放于振动试验台上，夹具固定；设置振动试验参数，开始测试，某一方向进行简谐振动，振幅为 0.8mm，最大偏移为 1.6mm；振动频率变化为 1Hz/min，从 10Hz 到 55Hz 再回到 10Hz，时间最少 90min，但不超过 100min。

电池应在 X\Y\Z 三个方向都进行振动测试。(参考 UL1642-2012 安全标准)。

4. BMS 设计参数建议

以下数据为 A31-V1 电池参考性能数据，供 BMS 设计参考使用，实际使用以双方约定的使用方式和条件为准。

4.1. 电性能数据

4.1.1. SOC~OCV

电池在环境温度 $25 \pm 2^\circ\text{C}$ 的条件下，对电池按照 (3.7) 的方法进行容量标定。在环境温度 $25 \pm 2^\circ\text{C}$ 的条件下，对电池按照标准充电方式 (3.5) 充满电，然后以 $1/3C$ (43.3A) 的电流恒流放电，每次放电容量为 $10\%C_0$ ，搁置 60min，重复放电 10 次，记录每次搁置后的电压，作为放电态下 SOC 所对应的 OCV。

电池在环境温度 $25 \pm 2^\circ\text{C}$ 的条件下，对电池按照 (3.7) 的方法进行容量标定。在环境温度 $25 \pm 2^\circ\text{C}$ 的条件下，以 $1/3C$ (43.3A) 的电流恒流充电，每次充电容量为 $10\%C_0$ ，搁置 180min，重复充电 10 次，记录每次搁置后的电压，作为充电态下 SOC 所对应的 OCV。

温度	OCV (mV)											
	SOC%	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
25°C	放电	3437	3331	3329	3328	3319	3290	3288	3285	3254	3204	2692
	充电	3377	3343	3343	3343	3342	3310	3306	3304	3.286	3228	3010

4.1.2. 推荐充电

常规充电 ($10^\circ\text{C} \sim 45^\circ\text{C}$): $1/3C$ (43.3A) 恒流恒压充电至 3.65V, 0.05C (6.5A) 截止。

快速充电 ($25^\circ\text{C}/35^\circ\text{C}$, 0%~100%SOC): 标准快充模型, 快充策略如下表。

25°C/35°C快速充电/充电方式	SOC 区间	充电倍率/C
恒流充电	0%~5%	1.00
恒流充电	5%~10%	2.00
恒流充电	10%~15%	3.00
恒流充电	15%~20%	3.00
恒流充电	20%~25%	3.00
恒流充电	25%~30%	3.00
恒流充电	30%~35%	3.00

型号	A31-V1	规格书编号	PBRI-A31-V1-D06-02	版本	B
	恒流充电		35%~40%		2.80
	恒流充电		40%~45%		2.60
	恒流充电		45%~50%		2.40
	恒流充电		50%~55%		2.20
	恒流充电		55%~60%		2.00
	恒流充电		60%~65%		1.80
	恒流充电		65%~70%		1.60
	恒流充电		70%~75%		1.40
	恒流充电		75%~80%		1.20
	恒流充电		80%~85%		0.85
	恒流充电		85%~90%		0.55
	恒流充电		90%~95%		0.50
	恒流充电		95%~100%		0.33

4.1.3. 脉冲放电和充电功率

温度	最大功率 (W)										
	方式	时间	90% SOC	I _{max} (A)	80% SOC	I _{max} (A)	50% SOC	I _{max} (A)	20% SOC	I _{max} (A)	
35°C	放电	10sec	3276	1260	3016	1160	2704	1040	2132	820	
		30sec	2808	1080	2678	1030	2392	920	1651	635	
25°C		10sec	3120	1200	2860	1100	2600	1000	2080	800	
		30sec	2730	1050	2600	1000	2340	900	1625	625	
0°C		10sec	2185	950	2070	900	1840	800	1380	600	
		30sec	2013	875	1955	850	1668	725	1150	500	
-10°C		10sec	1495	650	1380	600	1219	530	805	350	
		30sec	1323	575	1265	550	920	400	633	275	
25°C		充电	10sec	682	192	1012	285	1463	412	2006	565
			30sec	394	111	738	208	1434	404	1967	554
20°C	10sec		682	192	1012	285	1463	412	2006	565	
	30sec		394	111	738	208	1434	404	1967	554	
0°C	10sec		160	45	195	55	476	134	572	161	
	30sec		114	32	167	47	320	90	362	102	
-10°C	10sec		135	38	170	48	302	85	376	106	
	30sec		64	18	53	15	53	15	103	29	

4.1.4. DCR

温度	DC. DCR-1C (mΩ)				
	时间	90% SOC	80% SOC	50% SOC	20% SOC
45°C	10sec	0.422	0.435	0.439	0.478

型号	A31-V1	规格书编号	PBRI-A31-V1-D06-02	版本	B
	30sec	0.534	0.563	0.558	0.638
25°C	10sec	0.634	0.671	0.697	0.813
	30sec	0.763	0.847	0.846	1.005
-20°C	10sec	4.986	5.202	-	-
	30sec	5.206	5.537	-	-

温度	CH. DCR-1C (mΩ)				
	时间	20% SOC	50% SOC	80% SOC	90% SOC
45°C	10sec	0.438	0.458	0.462	0.470
	30sec	0.547	0.604	0.629	0.695
25°C	10sec	0.680	0.735	0.723	0.749
	30sec	0.820	0.921	0.951	1.081

4.1.5. 不同温度充电容量

标准放电后的电池,在如下表格中对应的温度下搁置至电池温度与环境温度平衡,然后分别以 1/3C (43.3A) 的电流恒流恒压充电至截止电压 3.65V 截止电流 0.05C (6.5A),测试对应温度下的充电容量。

充电倍率	温度 (°C)	充电容量 (Ah)
1/3C	45	135.6
	25	135.2
	10	135.0

4.1.6. 不同温度放电容量

标准充电后的电池,在如下表格中对应的温度下搁置至电池温度与环境温度平衡,然后分别以 1/3C (43.3A) 的电流恒流放电至截止电压 (T>20°C, 2.5V; T≤20°C, 2.0V),测试所得容量为对应温度下的放电容量。

放电倍率	温度 (°C)	放电容量 (Ah)
1/3C	45	135.3
	25	134.9
	-20	101.5

4.2. 电池安全操作限制

4.2.1. 电流限制

4.2.1.1. 放电操作电流限制

温度 (°C)	放电操作电流限制		
	峰值 I _{max} (A)	持续电流限制	
		时间 (sec)	持续最大电流 I _{max}

型号	A31-V1	规格书编号	PBRI-A31-V1-D06-02	版本	B
				持续 I _{max} (A)	允许的使用标准
-31	0	-	0	-	-
-30	40	60	25	100%	
-25	67	60	50	100%	
-20	112	60	84	100%	
-15	160	60	120	100%	
-10	200	60	150	100%	
-5	400	60	300	100%	
0	1000	60	850	100%	
5	1050	60	900	100%	
10	1100	60	950	100%	
15	1150	60	1000	100%	
20	1200	60	1050	100%	
25	1200	60	1100	100%	
30	1230	60	1130	100%	
35	1260	60	1160	100%	
40	1260	60	1160	100%	
45	1260	60	1160	100%	
50	1260	60	1160	100%	
55	330	60	330	100%	
56	0	-	0	-	-

注：峰值电流的耐受时间为 10s。

4.2.1.2. 充电操作电流限制

温度 (°C)	充电操作电流限制			
	峰值 I _{max} (A)	持续电流限制		
		时间 (sec)	持续最大电流 I _{max}	
			持续 I _{max} (A)	允许的使用标准
-31	0	-	0	-
-30	9	60	3	100%
-25	9	60	3	100%
-20	15	60	5	100%
-15	23	60	8	100%
-10	121	60	20	100%

型号	A31-V1	规格书编号	PBRI-A31-V1-D06-02		版本	B
-5	149	60	23	100%		
0	192	60	107	100%		
5	222	60	145	100%		
10	253	60	193	100%		
15	273	60	248	100%		
20	377	60	352	100%		
25	601	60	561	100%		
30	601	60	561	100%		
35	601	60	561	100%		
40	601	60	561	100%		
45	601	60	561	100%		
50	601	60	561	100%		
55	95	60	89	100%		
56	0	-	0	-		

注：峰值电流的耐受时间为 10s。

4.2.1.3. 安全电流限制

如果在 0msec 到 200msec 范围内电流超过 $I_{\max\text{-safety}}$ ，电池不会触发安全事件（EUCAR 危险等级 \leq L3：电池漏液，且电解液损失 $<$ 50%），但是该电池不能继续充放电，且必须更换。

如果在操作电流限制与安全电流限制之间使用，电池会严重加速衰减，但不会发生安全事件。

在未指定温度的情况下，可通过下表中两个相邻条件之间的线性插值来确定安全限制电流。

温度 (°C)	安全电流限制			
	放电		充电	
	峰值 I_{\max} (A)	时间 (msec)	峰值 I_{\max} (A)	时间 (msec)
-31	0	0	0	0
-30	41	1000	9	1000
-25	68	1000	9	1000
-20	114	1000	15	1000
-15	163	1000	23	1000
-10	204	1000	123	1000
-5	408	1000	152	1000
0	1020	1000	196	1000
5	1071	1000	226	1000

型号	A31-V1	规格书编号	PBRI-A31-V1-D06-02	版本	B
10		1122	1000	258	1000
15		1173	1000	278	1000
20		1224	1000	385	1000
25		1224	1000	613	1000
30		1255	1000	613	1000
35		1285	1000	613	1000
40		1285	1000	613	1000
45		1285	1000	613	1000
50		1285	1000	613	1000
55		337	1000	97	1000
56		0	-	0	-

4.2.2. 电压限制

项目	类别	参数	保护动作
充电电压	充电终止	3.65V	当电池的电压达到 3.65V 时终止充电
	第一级过充保护	3.67V	禁止充电，但允许放电
	第二级过充保护	3.70V	禁止充电，允许小电流放电
	第三级过充保护	3.75V	断高压保护，禁止充电，禁止放电。下电恢复
	第四级过充保护	3.80V	断高压保护，超过此电压，电池损坏
放电电压	放电终止	2.50V 2.00V	温度 $T > 20^{\circ}\text{C}$ 电池放电达到 2.5V 时停止放电 温度 $T \leq 20^{\circ}\text{C}$ 电池放电达到 2.0V 时停止放电
	第一级过放保护	2.30V 1.97V	温度 $T > 20^{\circ}\text{C}$ 放电和回馈功率下降 50%。充电可按充电 Map 充电 温度 $T \leq 20^{\circ}\text{C}$ 放电和回馈功率下降 50%。充电可按充电 Map 充电
	第二级过放保护	2.15V 1.95V	温度 $T > 20^{\circ}\text{C}$ 只允许小电流放电和回馈。充电可按充电 Map 充电 温度 $T \leq 20^{\circ}\text{C}$ 只允许小电流放电和回馈。充电可按充电 Map 充电
	第三级过放保护	2.10V 1.90V	温度 $T > 20^{\circ}\text{C}$ 断高压保护，允许按 Map 表充电，电池未损坏 温度 $T \leq 20^{\circ}\text{C}$ 断高压保护，允许按 Map 表充电，电池未损坏

型号	A31-V1	规格书编号	PBRI-A31-V1-D06-02	版本	B
	第四级过放保护	2.00V 1.85V	温度 $T > 20^{\circ}\text{C}$ 断高压保护, 允许按 M_{ap} 的 30% 充电, 电池未损坏 温度 $T \leq 20^{\circ}\text{C}$ 断高压保护, 允许按 M_{ap} 的 30% 充电, 电池未损坏		
	极限过放保护	1.90V 1.80V	温度 $T > 20^{\circ}\text{C}$ 电池已经损坏, 电池不再可用 温度 $T \leq 20^{\circ}\text{C}$ 电池已经损坏, 电池不再可用		

4.2.3. 温度限制

项目	数值	备注
推荐操作温度范围	$10^{\circ}\text{C} \sim 45^{\circ}\text{C}$	推荐使用电池的温度范围。
最高操作温度	55°C	如果电池使用温度超过最高操作温度, 功率需要降为 0。
最低操作温度	-30°C	如果电池使用温度超过最低操作温度, 功率需要降为 0。
最高安全温度	65°C	如果电池使用温度超过最高安全温度, 将会造成电池不可逆的永久性损坏, 用户使用时不得高于最高安全温度。
最低安全温度	-35°C	如果电池使用温度超过最低安全温度, 将会造成电池不可逆的永久性损坏, 用户使用时不得低于最低安全温度。

型号	A31-V1	规格书编号	PBRI-A31-V1-D06-02	版本	B
----	--------	-------	--------------------	----	---

5. 模组设计参数建议

5.1. 电池方向

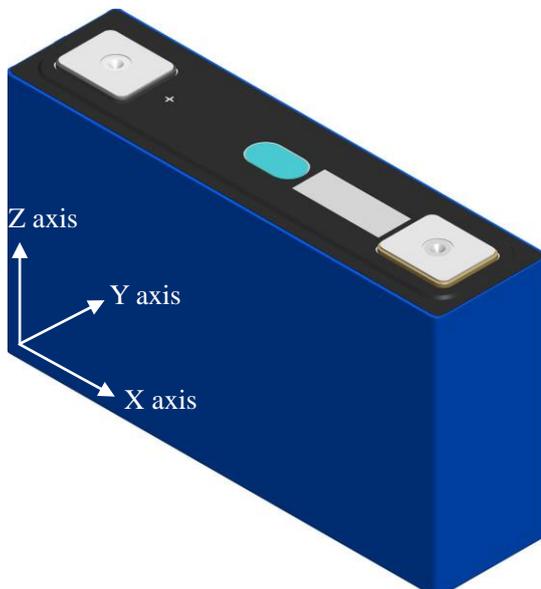


图 8 电池方向示意图

5.2. 电池压缩力

模组组装时，电池可承受压缩力的安全边界。

测试条件：

压缩面积：194.3mm×109.8mm (L×H)

压缩速度：0.02mm/s

压缩方向：Y 向

电池 SOC：21%

现象	压缩力
内部产生缺陷	30kN
漏液	>100kN

从上表可知，电池承受的压缩力不能超过 30 kN，否则可能电池会受到损害。

5.3. 电池膨胀力

5.3.1. 测试条件

测试前按照 (3.3.2) 进行夹具准备，在 21%SOC 时，按照 (3.4) 的方法安装测试夹具。

充/放电测试参考 (3.8.3.7)

记录循环过程中的电池膨胀力。

型号	A31-V1	规格书编号	PBRI-A31-V1-D06-02	版本	B
----	--------	-------	--------------------	----	---

5.3.2. 测试结果

膨胀力	BOL	$\leq 3000\text{N}$
	80% SOH	$\leq 20000\text{N}$

5.4. 热力学参数

测试方法：参考标准：GB/T 10295-2008、ASTM E1269-2011

导热系数均值	导热系数 (W/m.K)	
	X/Z 向	Y 向
	15~20	1~2
热容均值	热容 (kJ/ (kg K))	
	0.9~1.2	

5.5. 推荐温度采集点（电池温度场分布）

对电池表面进行温度采集时，建议温度采集点布置在正积极柱及大面中心处，如下图。

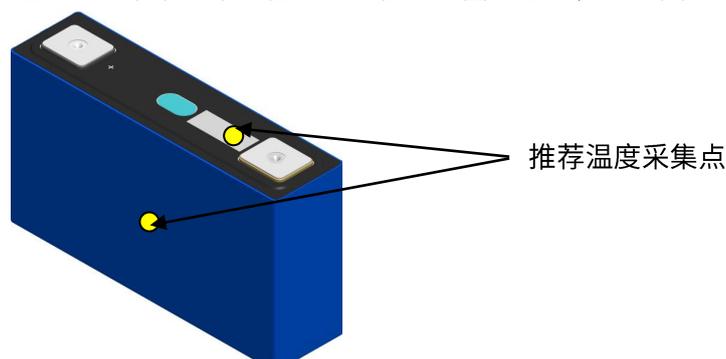


图 9 温度采集点示意图

6. 电池操作说明及注意事项

6.1. 产品寿命终止管理

电池使用期限是有限的，客户应建立有效的跟踪系统监测并记录每个使用期限内电池的内阻和容量。内阻及容量的测量方法和计算方法需要客户和湖北亿纬动力有限公司共同讨论和双方同意。当使用中的电池的内阻超过电池初始内阻的 150%或容量小于标称容量的 80%，应立即停止该电池的应用。违反该项要求，将免除湖北亿纬动力有限公司依据产品销售协议以及本规格书所应承担的产品质量保证责任。

6.2. 长期存储

电池充电后，需尽快使用，以免因自放电而造成的可用容量损失。若需要存储，则电池需要在较低 SOC 状态下进行存储。推荐的电池存储条件：20%~50%SOC，0°C~25°C， $\leq 60\%RH$ 。

6.3. 运输

产品的运输应当在不大于 30%SOC 下包装成箱进行。在运输过程中应防止剧烈振动、冲击或挤压、避免日

型号	A31-V1	规格书编号	PBRI-A31-V1-D06-02	版本	B
----	--------	-------	--------------------	----	---

晒雨淋。适用于汽车、火车、轮船、飞机等交通工具运输。

6.4. 操作说明

- 严禁将电池浸入水中，保存不用时，应放置于阴凉干燥的环境中；
- 禁止将电池在热高温源旁，如火、加热器等使用和留置；
- 充电时请选用锂离子电池专用充电器；
- 在使用过程中，严禁将电池正负极颠倒；
- 禁止将电池丢于火或加热器中；
- 禁止用金属直接连接电池正负极短路；
- 禁止将电池与金属，如发夹、项链等一起运输或贮存；
- 禁止敲击或抛掷、踩踏和弯折电池等；
- 禁止直接焊接电池和用钉子或其它利器刺穿电池；
- 禁止在高温下（炙热的阳光下）使用或放置电池，否则可能会引起电池过热或功能失效、寿命减短；
- 禁止在强静电和强磁场的地方使用，否则易破坏电池安全保护装置，带来不安全的隐患；
- 如果电池发生泄露，电解液进入眼睛，请不要揉擦，用清水冲洗眼睛，并立即送医治疗，否则会伤害眼睛；
- 如果电池发出异味、发热、变色、变形或使用、贮存、充电过程中出现任何异常，立即将电池从装置或充电器中移离并停用。

6.5. 免责声明

如果由于产品需求单位不按本说明书中的规定进行使用，造成社会性影响，并对湖北亿纬动力有限公司的声誉造成影响的，湖北亿纬动力有限公司将会追究产品需求单位的责任。根据对湖北亿纬动力有限公司造成的影响程度，产品需求单位需向湖北亿纬动力有限公司提供赔偿。

6.6. 其它

任何本规格书中未提及的事项，须经双方协商确定。

7. 联系方式

联系地址：湖北省荆门市经济开发区高新区荆南大道 68 号，湖北亿纬动力有限公司

联系电话：86-0724-6079699

传真：86-0724-6079688

网址：<http://www.evebattery.com>

8. A31-V1 电池图纸

包膜方式 1（底部开窗）：

型号	A31-V1	规格书编号	PBRI-A31-V1-D06-02	版本	B
----	--------	-------	--------------------	----	---

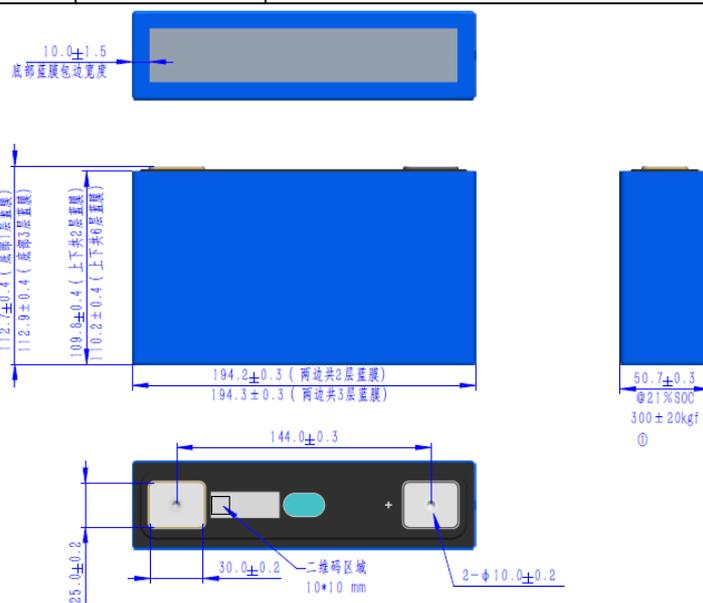


图 1 A31-V1 电池图纸 1 (单位: mm)

包膜方式 2 (增加底部绝缘片):

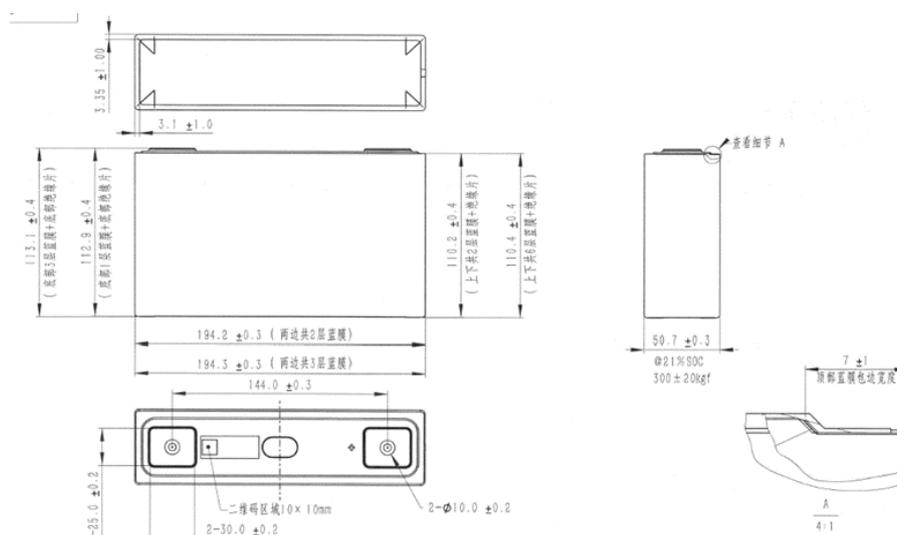


图 2 A31-V1 电池图纸 2 (单位: mm)