



| | | | | | |
|----|--------|-------|------------------|----|---|
| 型号 | LF280K | 规格书编号 | RD-LF280K-S05-LF | 版本 | A |
|----|--------|-------|------------------|----|---|

产品交付规格书

方形铝壳锂离子电池

型号： LF280K

| 编制 | 研发审核 | 品质审核 | 销售审核 | 批准 |
|----|------|------|------|----|
| | | | | |

| |
|-------|
| 客户接收栏 |
| 公司名称: |
| 批 准: |
| 日 期: |

2022 年 12 月

湖北亿纬动力有限公司



| | | | | | |
|----|--------|-------|------------------|----|---|
| 型号 | LF280K | 规格书编号 | RD-LF280K-S05-LF | 版本 | A |
|----|--------|-------|------------------|----|---|

客户要求

要求客户写出他们的需求信息并提前与亿纬动力沟通。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

| 序号 | 特殊要求 | 标准 |
|----|------|----|
| 1 | | |
| 2 | | |
| 3 | | |
| 4 | | |
| 5 | | |

客户代码: _____ 签字: _____ 日期: _____

| | | | | | |
|----|--------|-------|------------------|----|---|
| 型号 | LF280K | 规格书编号 | RD-LF280K-S05-LF | 版本 | A |
|----|--------|-------|------------------|----|---|

变更履历

| 版本 | 日期 | 更改内容 | 确认人 |
|----|------------|----------|-----|
| A | 2022.03.31 | 新版发行 | 何书熬 |
| B | 2022.12.12 | 修正电芯容量标准 | 张勇 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

| | | | | | |
|----|--------|-------|------------------|----|---|
| 型号 | LF280K | 规格书编号 | RD-LF280K-S05-LF | 版本 | A |
|----|--------|-------|------------------|----|---|

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 - |
| 2.2.1. 尺寸、重量指标 | - 2 - |
| 2.2.2. 电性能指标 | - 2 - |
| 2.2.3. 安全性能指标 | - 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 | - 3 - |
| 3.4. 测试夹具安装 | - 4 - |
| 3.5. 标准充电方式 | - 4 - |
| 3.6. 标准放电方式 | - 4 - |
| 3.7. 容量标定和能量标定 | - 4 - |
| 3.8. 测试方法 | - 5 - |
| 3.8.1. 尺寸 | - 5 - |
| 3.8.2. 重量 | - 5 - |
| 3.8.3. 电性能 | - 5 - |
| 3.8.4. 安全性能 | - 8 - |
| 4. 充放电参数 | - 10 - |
| 4.1. 充电模式 | - 10 - |
| 4.2. 其它充电模式 | - 10 - |
| 4.2.1. 恒功率充电 | - 10 - |
| 4.2.2. 分阶段恒功率充电 | - 10 - |

| 型号 | LF280K | 规格书编号 | RD-LF280K-S05-LF | 版本 | A |
|----|--------|-------|------------------|----|---|
|----|--------|-------|------------------|----|---|

| | | | | | |
|--------|------------------|--|--|--|--------|
| 4.3. | 放电模式 | | | | - 10 - |
| 4.3.1. | 其它放电模式 | | | | - 11 - |
| 4.4. | 脉冲模式 | | | | - 11 - |
| 4.4.1. | 脉冲放电模式 | | | | - 11 - |
| 4.4.2. | 脉冲回馈（充电）模式 | | | | - 11 - |
| 5. | 安全限制 | | | | - 12 - |
| 5.1. | 电压限制 | | | | - 12 - |
| 5.2. | 温度限制 | | | | - 12 - |
| 6. | 模组设计参数建议 | | | | - 13 - |
| 6.1. | 电池方向 | | | | - 13 - |
| 6.2. | 电池压缩力 | | | | - 13 - |
| 6.3. | 电池膨胀力 | | | | - 13 - |
| 6.3.1. | 测试条件 | | | | - 13 - |
| 6.3.2. | 测试结果 | | | | - 13 - |
| 6.4. | 热力学参数 | | | | - 13 - |
| 6.5. | 推荐温度采集点（电池温度场分布） | | | | - 14 - |
| 7. | 电池操作说明及注意事项 | | | | - 14 - |
| 7.1. | 产品寿命终止管理 | | | | - 14 - |
| 7.2. | 长期存储 | | | | - 14 - |
| 7.3. | 运输 | | | | - 14 - |
| 7.4. | 操作说明 | | | | - 15 - |
| 7.5. | 免责声明 | | | | - 15 - |
| 7.6. | 其它 | | | | - 15 - |
| 8. | 联系方式 | | | | - 15 - |
| | 附录：电芯尺寸及外观图 | | | | - 16 - |

| | | | | | |
|----|--------|-------|------------------|----|---|
| 型号 | LF280K | 规格书编号 | RD-LF280K-S05-LF | 版本 | A |
|----|--------|-------|------------------|----|---|

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 LF280K (280 Ah) 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 | 由温度传感器测量的电池大面或侧面中心的温度。 |
| 倍率 (C) | 充/放电电流与电池的额定容量值的比率, 用字母 C 表示。例如, 电池容量为 280 Ah, 当充电或放电电流为 140 A 时, 则充电或放电倍率为 0.5 C。 |
| 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, 缩写用 SOC 表示。如: 若将容量为 280 Ah 的状态视为 100% SOC, 则容量为 0 Ah 时, SOC 为 0%。 |
| 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, 缩写用 OCV 表示。 |
| 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, 缩写用 DCR 表示。 |
| 模组 | 锂离子电芯经串并联方式组合, 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。 |
| 测量单位 | “V” (Volt) 伏特 (V), 电压单位 “A” (Ampere) 安培 (A), 电流单位 “Ah” (Ampere-Hour) 安培-小时 (Ah), 负荷单位 “Wh” (Watt-Hour) 瓦特-小时 (Wh), 能量单位 “Ω” (Ohm) 欧姆 (Ω), 电阻单位 “mΩ” (MilliOhm) 毫欧姆 (mΩ), 电阻单位 “°C” (degree Celsius) 摄氏度 (°C), 温度单位 |



| | | | | | |
|----|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|----|---|
| 型号 | LF280K | 规格书编号 | RD-LF280K-S05-LF | 版本 | A |
| | | “mm” (millimeter) 毫米 (mm), 长度单位 “s” (second) 秒 (s), 时间单位 “Hz” (Hertz) 赫兹 (Hz), 频率单位 | | | |

| | | | | | |
|----|--------|-------|------------------|----|---|
| 型号 | LF280K | 规格书编号 | RD-LF280K-S04-LF | 版本 | A |
|----|--------|-------|------------------|----|---|

1. 基本信息

1.1. 适用范围

本标准描述了湖北亿纬动力有限公司生产的方形铝壳磷酸铁锂电池的产品类型、基本性能、测试方法和注意事项。

1.2. 产品类型:

方形铝壳磷酸铁锂电池

1.3. 产品名称

LF280K

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 | 280 Ah | 0.5 P, 25±2°C, 2.5-3.65 V |
| 最小能量 | 896 Wh | 0.5 P, 25±2°C, 2.5-3.65 V |
| 初始内阻 | ≤0.25 mΩ | AC, 1kHz, 40%SOC |
| 标称电压 | 3.2 V | 0.5 C, 2.5~3.65 V |
| 电池重量 | 5490 g±300 g | |
| 充电限制电压 (U _{max}) | 3.65 V | |
| 放电截止电压 (U _{min}) | 2.5 V (>0°C) 2.0 V (≤0°C) | |
| 标准充电功率 | 448W | 0.5 P |
| 标准放电功率 | 448W | 0.5 P |
| 25°C标准循环 | 6000 次 | 300±20 kgf 夹紧力下, 0.5C CC-CV/0.5C DC 2.5~3.65 V, 或 EVE 推荐循环方案, 容量保持率≥80%。 |
| 工作温度 | 充电温度 | 0~60°C |
| | 放电温度 | -30~60°C |
| 存储温度 | 1 年 | 0~35°C |
| | 3 个月 | 0~35°C |
| | 1 个月 | -20~45°C |
| | | 出货 SOC 状态 |

| | | | | | |
|--------|----------|---------|------------------|-------------------|---|
| 型号 | LF280K | 规格书编号 | RD-LF280K-S04-LF | 版本 | A |
| 铝巴焊接参数 | 激光焊接熔深 | ≤2.0 mm | | | |
| | 极柱承受最大压力 | 500 N | | 极柱承受最大垂直力，不发生变形 | |
| | 极柱承受最大扭矩 | 6 N·m | | 极柱承受最大扭矩，不松动 | |
| | 极柱承受最大温度 | 130°C | | 极柱承受最大温度，塑胶垫不发生变形 | |

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 | 尺寸 | 高度 (H) (含极柱) | 207.2±0.5 mm | 3.8.1 |
| | | 高度 (h) (不含极柱) | 204.6±0.5 mm | |
| | | 宽度 (L) | 173.7±0.5 mm | |
| | | 厚度 (T) | 71.7±0.8mm | |
| 2 | 重量 | 重量(含蓝膜, 顶贴片) | 5490 g±300 g | 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 | 0.5 P 容量 | ≥280 Ah | 3.8.3.1 |
| 2 | 能量 | 0.5 P 能量 | ≥896 Wh | 3.8.3.1 |
| 3 | 25°C倍率放电性能 | 0.5 C | ≥100% | 3.8.3.3 |
| | | 1 C | ≥98% | 3.8.3.3 |
| 4 | 不同温度放电性能 | 55°C | ≥95% | 3.8.3.4 |
| | | -20°C | ≥70% | 3.8.3.5 |
| 5 | 荷电保持与容量恢复 | 25°C, 28 天 | 容量保持率≥95% | 3.8.3.6 |
| | | | 容量恢复率≥97% | |
| 6 | 循环 | 25°C±2°C@0.5 C/0.5 C 循环 (300 kgf 夹紧力) | 6000 次, 容量保持率≥80% | 3.8.3.7 |
| 7 | 存储 | 25 °C, 28 天, 新鲜电池, 50 % SOC | 容量保持率 ≥ 96 % 容量恢复率 ≥ 98 % | 3.8.3.10 |

2.2.3. 安全性能指标

| 序号 | 项目 | 技术要求 | 测试方法章节 |
|----|-----|---------|---------|
| 1 | 过充电 | 不爆炸、不起火 | 3.8.4.1 |

| 型号 | LF280K | 规格书编号 | RD-LF280K-S04-LF | 版本 | A |
|----|--------|-------------|------------------|----|---|
| 2 | 过放电 | 不爆炸、不起火 | 3.8.4.2 | | |
| 3 | 短路 | 不爆炸、不起火 | 3.8.4.3 | | |
| 4 | 挤压 | 不爆炸、不起火 | 3.8.4.4 | | |
| 5 | 跌落 | 不爆炸、不起火 | 3.8.4.5 | | |
| 6 | 低气压 | 不爆炸、不起火、不漏液 | 3.8.4.6 | | |
| 7 | 加热 | 不爆炸、不起火 | 3.8.4.7 | | |
| 8 | 热失控 | 不爆炸、不起火 | 3.8.4.8 | | |

2.3. 电池图纸

见附录。

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

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

3.2. 测量设备

测量仪器、仪表准确度应满足以下要求：

电压测量装置： $\pm 0.1\%$ ；

电流测量装置： $\pm 0.1\%$ ；

温度测量装置： $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ；

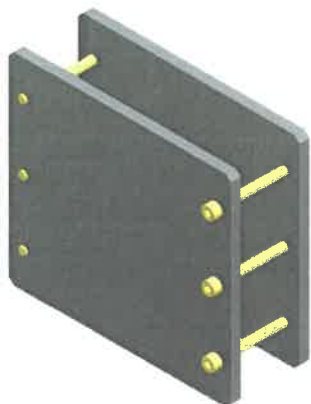
尺寸测量装置： $\pm 0.01\text{ mm}$ ；

重量测量装置： $\pm 0.1\text{ g}$ 。

3.3. 测试夹具准备

单体电池需采用钢夹板（厚度：10 mm）固定，夹板需要覆盖住电池大面，夹板之间采用 6 个 M6 螺栓固定，夹具工装如下图所示：

| | | | | | |
|----|--------|-------|------------------|----|---|
| 型号 | LF280K | 规格书编号 | RD-LF280K-S05-LF | 版本 | A |
|----|--------|-------|------------------|----|---|



夹具示意图



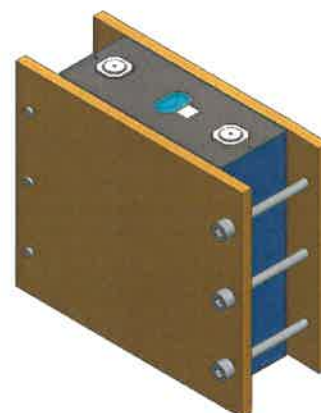
包绝缘膜夹具示意图

3.4. 测试夹具安装

将包覆有蓝膜（材质：PET，厚度 0.1 mm）和顶底部贴片（材质：PC，厚度 0.3 mm）的电池（~40%SOC）准备好后，置于夹具中间，每个螺栓初始预紧力为 300 ± 20 kgf。



电池包膜示意图



电池上夹具图

3.5. 标准充电方式

标准充电是在环境温度 $25 \pm 2^\circ\text{C}$ 的条件下，对电池以 140 A 的电流恒流充电至 3.65 V，然后在 3.65 V 下转恒压充电，直至充电电流小于等于 14 A。搁置 30 min。

3.6. 标准放电方式

标准放电是在环境温度 $25 \pm 2^\circ\text{C}$ 的条件下，电池以 140 A 的电流恒流放电，放电至电压达到 2.5 V 截止。搁置 30 min。

3.7. 容量标定和能量标定

容量标定是在环境温度 $25^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ 的条件下，对电池以 0.5P (448W) 恒功率充电至 3.65V，搁置 30min；然后以 0.5P (448W) 恒功率放电至 2.5V 截止，搁置 30min。以此工步进行预处理重复 3 次；再重复 3 次进行容量标定，以后 3 次的平均放电容量为 0.5 P 放电容量，以后 3 次的平均放电能量为 0.5 P 放电能量。

| | | | | | |
|----|--------|-------|------------------|----|---|
| 型号 | LF280K | 规格书编号 | RD-LF280K-S05-LF | 版本 | A |
|----|--------|-------|------------------|----|---|

3.8. 测试方法

3.8.1. 尺寸

试验设备：自动包膜机

试验方法：使用自动包膜机测试电池长度、宽度和高度；

测试条件：300±20 kgf 压力。

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，此处厚度指出货时电池的厚度（出货时 SOC 30%~40%）。

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. 0.5 P 放电容量和能量

容量标定是在环境温度 25°C±2°C 的条件下，对电池以 0.5P（448W）恒功率充电至 3.65V，搁置 30min；然后以 0.5P（448W）恒功率放电至 2.5V 截止，搁置 30min。以此工步进行预处理重复 3 次；再重复 3 次进行容量标定，以后 3 次的平均放电容量为 0.5 P 放电容量，以后 3 次的平均放电能量为 0.5 P 放电能量。

3.8.3.2. 0.5 C 放电容量和能量初始化

在环境温度 25°C±2°C，恒温无对流的条件下，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。将标准充电方式和标准放电方式先进行预处理重复 3 次；再重复 3 次进行容量标定，以后 3 次的平均放电容量为 0.5 C 放电容量，记录为 C_0 ，以后 3 次的平均放电能量为 0.5 C 放电能量，记录为 E_0 。

3.8.3.3. 25°C 倍率放电性能

在环境温度 25°C±2°C 的条件下，对电池进行 0.5 C 放电容量和能量初始化（3.8.3.2），然后对电池按照标准充电方式（3.5）充满电，搁置 1 h，分别以 140 A、280 A 进行放电至 2.5V，记录放电容量 C_1 ， C_2 ， C_1/C_0 即为 140 A 放电性能， C_2/C_0 即为 280 A 放电性能。如果放电容量达不到技术要求，此项试验允许重复 3 次。

3.8.3.4. 55°C 容量保持率

在环境温度 25°C±2°C 的条件下，对电池进行 0.5 C 放电容量和能量初始化（3.8.3.2）。对电池按照标准充电方式（3.5）充满电，然后在 55°C±2°C 的环境下搁置 5 h，在 55°C±2°C 的环境下，用 140 A 的电流恒流放电至 2.5 V，记录放电容量 C_3 ， $C_3/C_0 \times 100\%$ 即为 55°C 容量保持率。

| | | | | | |
|----|--------|-------|------------------|----|---|
| 型号 | LF280K | 规格书编号 | RD-LF280K-S05-LF | 版本 | A |
|----|--------|-------|------------------|----|---|

3.8.3.5. -20°C容量保持率

在环境温度 $25^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 的条件下，对电池进行 0.5 C 放电容量和能量初始化 (3.8.3.2)。对电池按照标准充电方式 (3.5) 充满电，然后在 $-20^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 的环境下搁置 24 h，在 $-20\pm 2^{\circ}\text{C}$ 的环境下用 140 A 的电流恒流放电至 2.0 V，记录放电容量 C_4 ， $C_4/C_0\times 100\%$ 即为 -20°C 容量保持率。

3.8.3.6. 25°C荷电保持与容量恢复

在环境温度 $25^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 的条件下，对电池进行 0.5 C 放电容量和能量初始化 (3.8.3.2)，然后按照标准充电方式 (3.5) 充电，然后在环境温度 $25^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 的条件下搁置 28 天，然后在环境温度 $25^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 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= $C_6/C_0\times 100\%$ 。

3.8.3.7. 25°C标准循环

测试前按照 (3.3) 进行夹具准备，在常温下 30~40%SOC 时，按照 (3.4) 的方法安装测试夹具。

循环前容量测试：在 $25^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 的环境温度下对电池以 140 A 的电流恒流放电至 2.5 V，搁置 30 min，然后以 140 A 的电流恒流充电至 3.65 V，转恒压充电至截止电流为 14 A，然后以 140 A 的电流恒流放电至 2.5 V，循环 3 次，以 3 次的放电容量均值记为初始放电容量 C_7 。

循环测试：环境温度 $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ ；

- 对电池以 140 A 的电流恒流充电至 3.65 V 后转恒压充电至 14 A 截止，搁置 30 min；
- 以 140 A 的电流恒流放电至 2.5 V，搁置 30 min；
- 重复 a~b 循环。

循环后容量测试：在 $25^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 的环境温度下对电池以 140 A 的电流恒流放电至 2.5 V，搁置 30 min，然后以 140 A 的电流恒流充电至 3.65 V，转恒压充电至截止电流为 14 A，然后以 140 A 的电流恒流放电至 2.5 V，记录放电容量 C_8 ，容量保持率= $C_8/C_7\times 100\%$ 。

3.8.3.8. EVE 推荐循环方式

测试前按照 (3.3) 进行夹具准备，在 30%~40% SOC 时，按照 (3.4) 的方法安装测试夹具。

循环前容量标定：对电池进行 0.5 C 放电容量和能量初始化 (3.8.3.2)，记录标定容量 C_0 。

25 °C 阶梯充电循环工步：

- 环境温度 $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ ， 300 ± 20 kgf 下阶梯充电循环；
- 0.5 C 恒流充电至 3.6 V；
- 0.1 C 恒流充电至 3.65 V；
- 在开路状态静置 30 min，以 0.5 C 恒流放电至 2.5 V，搁置 30 min；
- 重复 b~d 步骤；

| | | | | | |
|----|--------|-------|------------------|----|---|
| 型号 | LF280K | 规格书编号 | RD-LF280K-S05-LF | 版本 | A |
|----|--------|-------|------------------|----|---|

3.8.3.9. 25°C存储

对新鲜电池（下线 30 天内）进行 0.5 C 放电容量和能量初始化（3.8.3.2），以 140 A 的电流恒流充电 60min（记录放电容量 C_{11} ）；然后在环境温度 $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ 的条件下搁置 28 天；之后在环境温度 $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ 的条件下以 140 A 的电流恒流放电至 2.5 V（记录放电容量 C_{12} ），搁置 30 min，然后以 140 A 的电流恒流充电至 3.65V 后转恒压充电至 14 A 截止，搁置 30 min，以 140 A 的电流恒流放电至 2.5 V（记录放电容量 C_{13} ）。容量保持率= $C_{12}/C_{11}\times 100\%$ ，容量恢复率= $C_{13}/C_0\times 100\%$ 。

| | | | | | |
|----|--------|-------|------------------|----|---|
| 型号 | LF280K | 规格书编号 | RD-LF280K-S05-LF | 版本 | A |
|----|--------|-------|------------------|----|---|

3.8.4. 安全性能

3.8.4.1. 过充电试验

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 280 A 的电流恒流充电至 5.475 V 或充电时间达到 1 h，停止充电。观察 1 h。（参考 GB/T 36276-2018 《电力储能用锂离子电池》）

3.8.4.2. 过放电试验

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 280 A 的电流恒流放电 90 min 或电压达到 0 V 时停止放电。观察 1 h。（参考 GB/T 36276-2018 《电力储能用锂离子电池》）

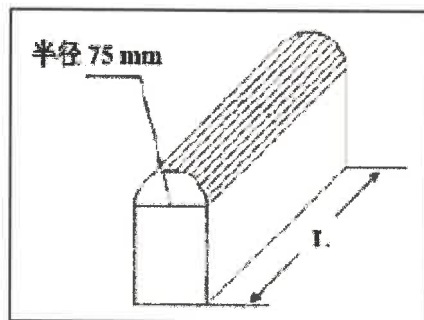
3.8.4.3. 外短路试验

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 $25\pm 5^{\circ}\text{C}$ 下将电池正、负极经外部短路 10 min，外部线路电阻值应小于 $5\text{ m}\Omega$ 。观察 1 h。（参考 GB/T 36276-2018 《电力储能用锂离子电池》）

3.8.4.4. 挤压试验

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。按照如下条件进行试验：

- 挤压方向：垂直于电池极板方向施压；
- 挤压板形式：半径 75 mm 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；
- 挤压速度： $5\pm 1\text{ mm/s}$ ；
- 挤压程度：电压达到 0 V 或变形量达到 30% 或挤压力达到 $(13\pm 0.78)\text{ kN}$ 时停止挤压；保持 10 min。
- 观察 1 h。（参考 GB/T 36276-2018 电力储能用锂离子电池）



3.8.4.5. 跌落试验

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。将电池正负极柱向下从 1.5 m 高度处自由跌落至水泥地面上。观察 1 h。（参考 GB/T 36276-2018 《电力储能用锂离子电池》）

| | | | | | |
|----|--------|-------|------------------|----|---|
| 型号 | LF280K | 规格书编号 | RD-LF280K-S05-LF | 版本 | A |
|----|--------|-------|------------------|----|---|

3.8.4.6. 低气压试验

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。电芯放入低气压箱中, 调节试验箱中气压为 11.6 kPa, 温度为室温, 静置 6 h; 观察 1 h。(参考 GB/T 36276-2018 《电力储能用锂离子电池》)

3.8.4.7. 加热试验 (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。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 30 min 后停止加热。观察 1 h。(参考 GB/T 36276-2018 《电力储能用锂离子电池》)

3.8.4.8. 热失控试验

(1) 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。

(2) 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 300~1000W。完成电池单体与加热装置的装配, 加热装置与电池应直接接触, 加热装置的尺寸规格应不大于电池单体的被加热面; 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(如下图)。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。

(3) 对电池单体用 1 C 电流继续充电 12 min。

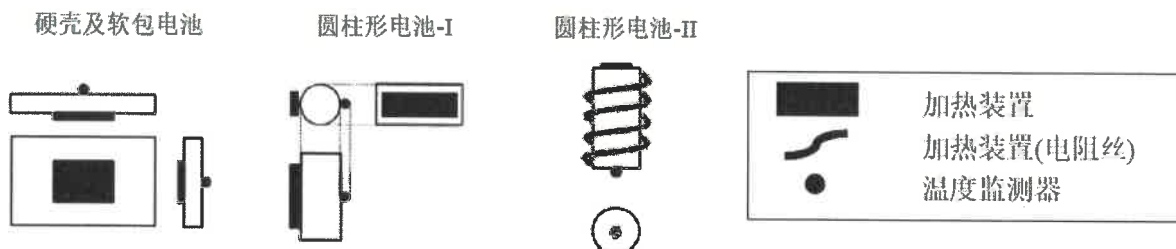
(4) 立刻启动加热装置, 并以其最大功率对电池单体进行持续加热, 当发生热失控或者监测点温度达到 300°C 时, 停止触发, 关闭加热装置。

(5) 加热过程中及加热结束 1 h 内, 如果发生起火、爆炸现象, 则试验终止。

以下是判定是否发生热失控的条件:

- 测试对象产生电压降;
- 监测点温度达到电池的保护温度;
- 监测点的温升速率 $dT/dt \geq 1^{\circ}\text{C}/\text{s}$

当 a)&c) 或者 b)&c) 发生时, 判定发生热失控。(参考 GB/T 36276-2018 电力储能用锂离子电池)



热失控试验加热示意图

| | | | | | |
|----|--------|-------|------------------|----|---|
| 型号 | LF280K | 规格书编号 | RD-LF280K-S05-LF | 版本 | A |
|----|--------|-------|------------------|----|---|

4.充放电参数

4.1.充电模式

| 参数 | 产品规格 | 条件 |
|---------------|-------------|---------------------------------------|
| 标准充电电流 | 0.5 C | 25±2 °C |
| 最大充电可持续电流 | 1 C | 25±2°C |
| 标准充电电压 | 单体电池≤3.65 V | |
| 标准充电模式 | 参考 3.5 节 | |
| 标准充电温度 | 25±2°C | |
| 绝对充电温度 (电池温度) | 0°C~60°C | 无论电池处于何种充电模式, 电池温度一旦超过绝对充电温度范围, 即停止充电 |
| 绝对充电电压 | 最大 3.65 V | 无论电池处于何种充电模式, 电池电压一旦超过绝对充电电压, 即停止充电 |

注: 为确保全生命周期的使用安全并最大限度延长电芯使用寿命, 充电电流 (倍率) 必须要根据电芯的 SOH (容量衰减) 来进行调整。BMS 应确保具有该功能, 并对实际的充电电流 (和允许充电电流限制) 做监测, 并在必要的时候触发故障和保护功能。

4.2.其它充电模式

4.2.1. 恒功率充电

| 电芯温度/°C | | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 45 | 50 | 55 | 60 |
|------------|-------------|---|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|----|
| 最大充电功率 (P) | 0%~100% SOC | 0 | 0.12 | 0.3 | 0.5 | 0.8 | 1.0 | 0.8 | 0.5 | 0.25 | 0 |

4.2.2. 分阶段恒功率充电

| 电芯温度/°C | | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 45 | 50 | 55 | 60 |
|------------|--------------|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|----|
| 最大充电功率 (P) | 0%~70% SOC | 0 | 0.2 | 0.4 | 0.6 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 0.75 | 0.5 | 0 |
| | 70%~100% SOC | 0 | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 0.6 | 1.0 | 0.5 | 0.25 | 0.2 | 0 |

注: 为确保全生命周期的使用安全并最大限度延长电芯使用寿命, 充电电流 (倍率) 必须要根据电芯的 SOH (容量衰减) 来进行调整。BMS 应确保具有该功能, 并对实际的充电电流 (和允许充电电流限制) 做监测, 并在必要的时候触发故障和保护功能。

4.3.放电模式

| 参数 | 产品规格 | 条件 |
|-----------|-------|--------|
| 标准放电电流 | 0.5 C | 25±2°C |
| 最大放电可持续电流 | 1 C | 25±2°C |

| | | | | | |
|---------------|------------|-------|---------------------------------------|----|---|
| 型号 | LF280K | 规格书编号 | RD-LF280K-S05-LF | 版本 | A |
| 放电截止电压 | 2.5 V | | 温度 T>0°C | | |
| | 2.0 V | | 温度 T≤0°C | | |
| 标准放电模式 | 参考 3.6 节 | | | | |
| 标准放电温度 | 25±2°C | | | | |
| 绝对放电温度 (电池温度) | -30°C~60°C | | 无论电池处于何种放电模式, 电池温度一旦超出绝对放电温度范围, 即停止放电 | | |
| 绝对放电电压 | 最小 1.8 V | | 无论电池处于何种放电模式, 电池电压一旦小于绝对放电电压, 即停止放电 | | |

4.3.1. 其它放电模式

| | | | | | | | | | | | |
|------------|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|
| 电芯温度/°C | | -30 | -20 | -10 | -5 | 0 | 5 | 45 | 50 | 55 | 60 |
| 最大放电功率 (P) | 0%~100% SOC | 0 | 0.2 | 0.4 | 0.5 | 0.5 | 1.0 | 1.0 | 0.5 | 0.5 | 0 |

4.4. 脉冲模式

4.4.1. 脉冲放电模式

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------------|--|
| 30s 脉冲放电倍率/C | | | | | | | | | | | | | | | | | | 单位: C-rate | |
| 温度 (°C) | -30 | -20 | -15 | -10 | -5 | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | |
| SOC | -30 | -20 | -15 | -10 | -5 | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | |
| (0%,10%] | 0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0 | |
| (10%,20%] | 0 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 0 | |
| (20%,30%] | 0 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 0 | |
| (30%,40%] | 0 | 0.3 | 0.3 | 0.5 | 0.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 0 | |
| (40%,100%] | 0 | 0.8 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 0 | |

4.4.2. 脉冲回馈 (充电) 模式

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|--|------------|--|
| 30s 脉冲充电倍率/C | | | | | | | | | | | | | | | 单位: C-rate | |
| 温度 (°C) | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | | | |
| SOC | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | | | |
| (0%, 60%] | 0.2 | 0.3 | 0.5 | 0.7 | 1.5 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 1.0 | 1.0 | 0.5 | 0.3 | 0 | | | |
| (60%, 70%] | 0.2 | 0.3 | 0.5 | 0.7 | 1.5 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 1.0 | 1.0 | 0.5 | 0.3 | 0 | | | |
| (70%, 80%] | 0.2 | 0.3 | 0.5 | 0.7 | 1.5 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 1.0 | 1.0 | 0.5 | 0.2 | 0 | | | |
| (80%, 90%] | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.7 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 0.5 | 0.5 | 0.2 | 0.2 | 0 | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----|------------|-----|-------|-----|-----|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|
| 型号 | LF280K | | 规格书编号 | | | RD-LF280K-S05-LF | | | | | | 版本 | | A |
| | (90%, 95%] | 0.0 | 0.2 | 0.2 | 0.7 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 0.5 | 0.5 | 0.2 | 0.0 | 0 |
| | (95%,100%) | 0.0 | 0.2 | 0.2 | 0.5 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.5 | 0.5 | 0.0 | 0.0 | 0 |

5.安全限制

5.1.电压限制

| 项目 | 类别 | 参数 | 保护动作 |
|------|----|------------------------------|-----------------|
| 充电电压 | 一级 | 3.7 V | BMS 系统报警 |
| | 二级 | 3.75 V | 降低电池充电电流或者功率 |
| | 三级 | 3.80 V | 切断电流, 强制使电池停止工作 |
| 放电电压 | 一级 | 2.0 V (>0°C); 1.9 V (≤0°C) | BMS 系统报警 |
| | 二级 | 1.9 V (>0°C); 1.8 V (≤0°C) | 降低电池充电电流或者功率 |
| | 三级 | 1.85 V (>0°C); 1.75 V (≤0°C) | 切断电流, 强制使电池停止工作 |

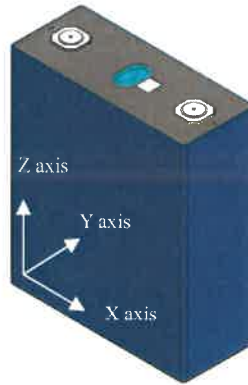
5.2.温度限制

| 项目 | 参数 | 备注 |
|----------|-----------|----------------------------------------------------|
| 推荐操作温度范围 | 10°C~45°C | 推荐使用电池的温度范围 |
| 最高操作温度 | 60°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 | LF280K | 规格书编号 | RD-LF280K-S05-LF | 版本 | A |
|----|--------|-------|------------------|----|---|

6. 模组设计参数建议

6.1. 电池方向



6.2. 电池压缩力

模组组装时，电池可承受压缩力的安全边界。测试条件如下：

- 压缩面积：173.7 mm×204.4 mm(L×H)
- 压缩速度：0.02 mm/s
- 压缩方向：Y 向
- 电池 SOC：100%

| 现象 | 压缩力 |
|--------|---------|
| 内部产生缺陷 | 50 kN |
| 漏液 | >100 kN |

从上表可知，电池承受的压缩力不能超过 50 kN，否则可能电池会受到损害。

6.3. 电池膨胀力

6.3.1. 测试条件

测试前按照 3.3 进行夹具准备，在 30%~40%SOC 时，按照 3.4 的方法安装膨胀力测试夹具。

室温条件下

- 充电：140A 恒流恒压充电至 3.65 V，截止电流 14 A (0.05C)，搁置 30min。
- 放电：140A 恒流放电至 2.5 V，搁置 30 min。

按照充电&放电条件，循环至初始容量的 60%，记录循环前后的电池膨胀力。

6.3.2. 测试结果

| 膨胀力 | BOL | ≤3000 N |
|-----|-----|----------|
| | EOL | ≤50000 N |

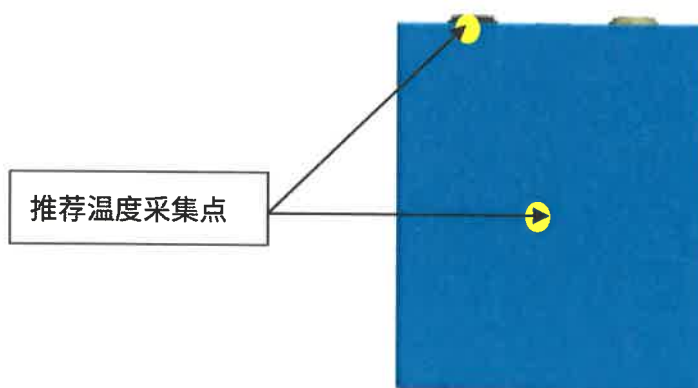
6.4. 热力学参数

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

| | | | | | |
|--------|--------------|-------|------------------|----|---|
| 型号 | LF280K | 规格书编号 | RD-LF280K-S05-LF | 版本 | A |
| 导热系数均值 | 导热系数 W/mK | | | | |
| | X/Z 向 | | Y 向 | | |
| | 20~21 W/mK | | 2~3 W/mK | | |
| 热容均值 | 热容 kJ/(kg·K) | | | | |
| | 0.9~1.1 | | | | |

6.5. 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极柱及大面中心处，如下图。



7. 电池操作说明及注意事项

7.1. 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。当使用中电池的内阻超过这个电池最初内阻的 150% 或容量小于标称容量的 60% (25°C) 或与客户达成一致的电池寿命末期，应停止使用电池。违反该项要求，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。

7.2. 长期存储

电池进行充电后，需尽快使用，以免因自放电而造成可用容量损失。若需要存储，则电池需要在低 SOC 态下进行存储。推荐的存储条件为：30%~40% SOC，0~25°C，≤60% RH。

7.3. 运输

产品的运输应在 30%~40% 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、避免日晒雨淋。适用于汽车、火车、轮船、飞机等交通工具运输。

| | | | | | |
|----|--------|-------|------------------|----|---|
| 型号 | LF280K | 规格书编号 | RD-LF280K-S05-LF | 版本 | A |
|----|--------|-------|------------------|----|---|

7.4. 操作说明

- 禁止反向充电。正确连接电池的正负极，严禁反向充电。
- 禁止过放电。在电池正常使用过程中，为防止过放电，电池应定期充电，将电压维持在 2.8V 以上。
- 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。
- 禁止将电池放在热高温源旁边，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给电池加热。
- 禁止用金属直接导通电池正负极。
- 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。
- 禁止用钉子或其它利器刺穿电池。
- 不要使用处于极热环境中的电池，如阳光直射或热天的车内。
- 禁止在强静电和强磁场的地方使用。
- 如果电池漏液，电解液溅入到皮肤、眼睛、口、鼻等部位，应立即用大量清水冲洗，并马上送医治疗，否则会对人体造成严重伤害。
- 如果电池出现异味、发热、变色、变形或使用、贮存、充电过程中出现任何异常时不得使用。

7.5. 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。

7.6. 其它

任何本规格书中未提及的事项，须经双方协商确定。

8. 联系方式

联系地址：湖北省荆门市掇刀区·高新区荆南大道 68 号，湖北亿纬动力有限公司

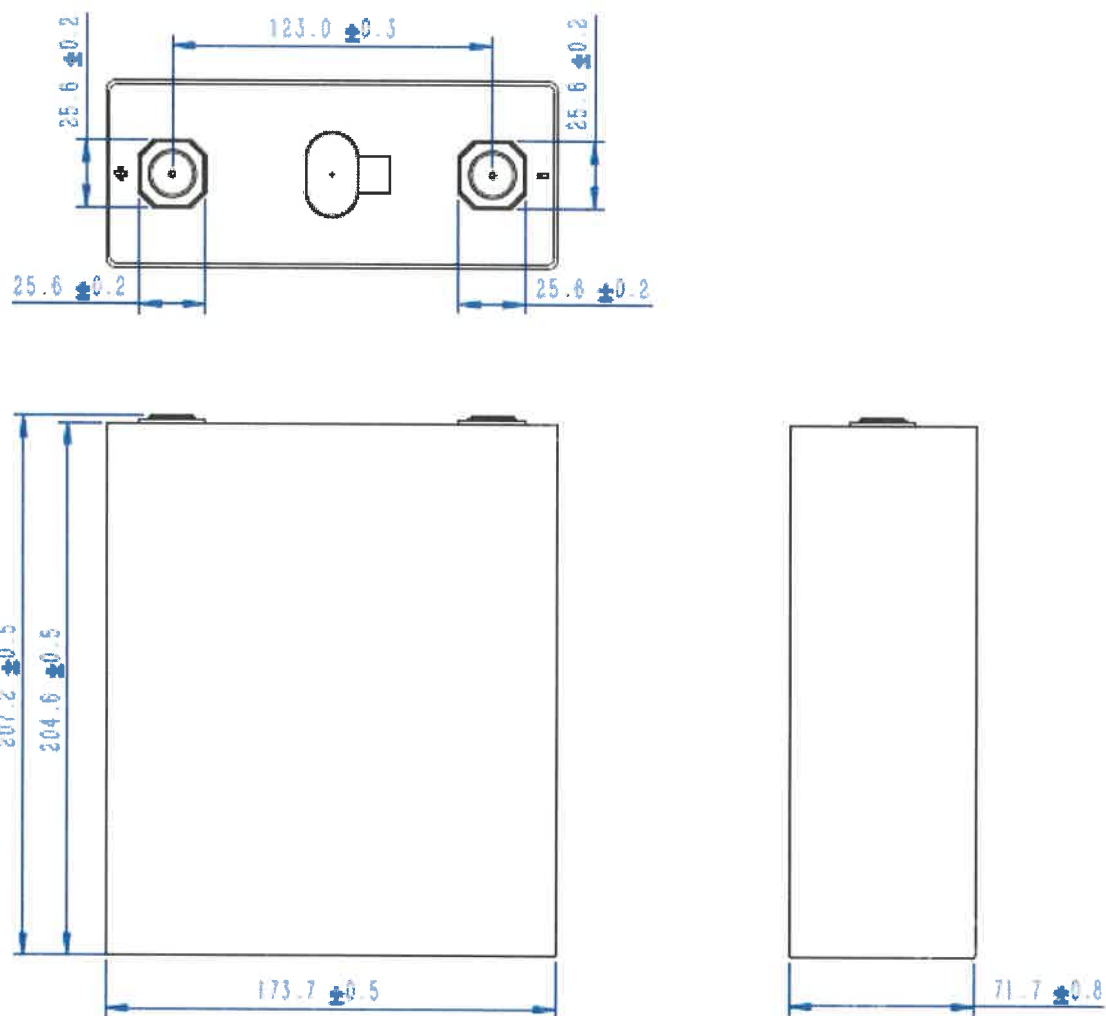
联系电话：86-0724-6079699

传真：86-0724-6079688

网址：<http://www.evepower.com>

| | | | | | |
|----|--------|-------|------------------|----|---|
| 型号 | LF280K | 规格书编号 | RD-LF280K-S05-LF | 版本 | A |
|----|--------|-------|------------------|----|---|

附录：电芯尺寸及外观图



电芯尺寸