# 磷酸铁锂电池和三元锂电池的优缺点

动力 18650 锂电池、动力三元锂电池、磷酸铁锂电池和三元锂电池的优缺点，这两款电池哪一款比较好。

## 什么是三元聚合物锂电池

在自然界中，锂元素是最轻的，原子质量最小的金属，它的原子量为6.94g/mol，ρ =0.53g/cm3。锂化学性质活泼，极易失去电子被氧化为 Li+，所以标准规定电极电位最负，为-3.045V，电化学当量最小，为 0.26g/Ah，锂元素的这一些特性决定了它是一类具备很高比能量的材料。通常是指使用镍钴锰酸锂做为正极材料，石墨身为负极材料的锂电池。与磷酸铁锂不同，三元锂电池电压平台很高，这也就暗示着在相同的体积或是重量下，三元锂电池的比能量、比功率更大。不仅如此，在大倍数充电、和耐低温性能等方面，三元锂电池也有很大的优势。

对三元聚合锂电池而言，现如今生命科学研究数量最多，技术水平最成熟完善的当属日本松下公司，试验阶段已经可以完成 30C 放电，在这当中已经成功完成商业化大规模生产的动力型 18650 三元锂电池放电倍数可达 12C，容量也更是高达 3300mAh。国内也有厂家生产三元聚合物锂电池做得很成功

三元锂身为充电的锂电池，三元锂电池输出电压平稳、输出电压高、性能平稳、容量大、使用期限长、操作温度覆盖面广、安全性好以及环保无污染

## 三元聚合电池优点

三元电池具有能量密度高，安全稳定性好，支持高倍率放电等优异的电化学特性，以及价格适中的成本优势，

2.电池拥有一致性

三元锂聚合物电池除电解质是固体聚合物、而不是液态电解质外,其他与锂电池基本一致。

聚合物电解质材料是由幂律流体组合而成的不同种类塑料薄膜,在幂律流体中主体聚合物如聚乙烯的氧化物作为不移动的溶剂。锂聚合物电池的优点是可制作成随意样式和相对比较轻,这个是鉴于它不包含重金属和有保持电解质不外泄的塑料外壳。

3.安全实用

外表有金属铝制材料包裹不会像锂电池一样发生爆炸事故操作

## 三元锂电池缺点

三元聚合物锂电池唯一美中不足的就是能量密度较低，能量密度这一方面还是有待提高，但是我相信随着今后科学技术的进步发展，今后三元锂电池能量密度小这个问题也会改善。所以呢安全性较差和循环寿命较短是三元锂电池的主要缺点。

## 什么是磷酸铁锂电池

磷酸铁锂电池是锂电池的一类，这种电池的正极是磷酸铁生产制造的。锂电池有两类，
1 一类是三元锂电池，
2 另一种是磷酸铁锂电池。
三元锂电池的正极是使用三元材料生产制造的，部分三元锂电池的正极是使用镍，钴，锰生产制造的，部分三元锂电池的正极是使用镍，钴，铝生产制造的。三元锂电池的能量密度更强，此种电池的能量密度要比磷酸铁锂电池高很多。

不过磷酸铁锂电池的安全性要比三元锂电池更好

磷酸铁锂电池在八百摄氏度时才会燃烧，

三元锂电池在两百摄氏度时就开始燃烧了。三元锂电池的总重量是更轻的，故此种电池很适宜小汽车使用。

磷酸铁锂电池的总重量更大，此种电池很适宜纯电动公交车使用。

## 磷酸铁锂电池优点

1.单体统一性比较好;

圆柱形锂电池早已建立了一连串国际上统一的标准规格型号和型号,加工工艺比较成熟完善,合适大量成批不间断化生产制造

2.单体自己本身材料力学性能好，

圆柱体的比表面积大，热管散热效果非常的好，可以得到较高的弯曲强度;

3.技术应用成熟完善，成本费用较低

电池金属外壳抗压高，操作整个步骤中不容易产生如方形、软包装电池胀大等情况

4.单体能量小，多发事故几率小

引发事故时，形式易于控制，圆柱形电池通常为密闭蓄电池，操作整个步骤中不会有维护难题

磷酸铁锂电池缺点

1、磷酸铁锂电池生产智造步骤非常容易引发短路

在磷酸铁锂制备时的烧结工艺步骤中，氧化铁在高温还原性气氛下普遍存在被还原成单质铁的几率。单质铁会造成电池的微短路，是电池中最避讳的化学物质。这也是日本地区一直不将该材料用作动力型锂离子电池正极材料的主要原因。

2、磷酸铁锂较差，普遍存在某些缺点

磷酸铁锂普遍存在某些性能上的缺陷，如振实密度与压实相对密度很低，致使锂离子电池的能量密度较低。低温性能较差，即便将其纳米化和碳包覆也没有解决这一难题。美国国家实验室储能系统中心主任 Donhilebrand 博士谈到磷酸锂电池的低温性能时，他用 terible 来形容，他们测试磷酸铁锂离子电池，结果表明磷酸铁锂电池在低温下(0℃以下)不能开电动汽车。尽管也有厂家宣称磷酸锂铁电池在低温下容量保持率还不错，不过那是在放电电流较小和放电截止电压很低的情况下。在此种情况下，设备根本就无法启动工作。

三元锂电池好还是三元锂电池好

在安全方面，磷酸铁锂电池比三元电池有更多的优点。这是因为镍钴铝 18650 电池在 180℃以上会自动加热，在三元材料中起火后难以控制，而磷酸铁锂材料在 250℃以上才会出现放热。就循环寿命而言，磷酸铁锂电池相当于三元电池，单芯循环寿命在 3000 次以上，成组后，由于工作环境复杂，使用寿命有所降低。

总的来说，理论上磷酸铁锂电池的能量密度有限，没有提升的空间，而三元锂电池有很大的提升空间，但其安全性不如磷酸铁锂电池，两者的循环寿命相当。由于二者各有优缺点，所以适用范围也就不同。电力电池企业应更加重视电池的安全性，加强生产监控，严格质量保证，

## 三元锂电池和磷酸铁锂电池充放电效率对比

除了续航能力外，充电也是电动汽车实际使用的重要组成部分，三元锂电池在充电效率方面比磷酸铁锂电池有很大优势。

目前市场上最常用的充电方式是恒流恒压充电。一般来说，恒流充电是在充电开始时使用的。此时电流较大，充电效率较高。三元锂电池和磷酸铁锂电池在 10C 以下充电时，恒流比没有明显差异。当充电速率大于 10c 时，磷酸铁锂电池的恒流比迅速下降，充电效率迅速下降。

目前采用比较好的充电设备给三元锂电池充电的效率大概在 95%左右，锂电池本身的充电效率约 99.5%；如果同时考虑到放电时的损耗，则整个充放电过程效率也就在 90%左右。实际使用效率都会偏低。

磷酸铁锂电池充放电效率较高，倍率放电情况下充放电效率可达 90%以上，磷酸铁锂电池具有高效率输出、可快速充电、对环境无污染等优点。

## 磷酸铁锂锂电池与三元锂电池性能对比

### ●能量密度

磷酸铁锂电池的能量密度较三元锂电池相差很多，
磷酸铁锂电池单体能量密度通常在 90-120Wh/kg 之间

三元锂电池单体能量密度可以达到 200Wh/kg 左右，可见三元锂电池的能量密度优势较为明确。

### ●安全性

三元锂电池正极材料的分解温度在 200℃左右，
磷酸铁锂电池正极材料的分解温度在 700℃左右。

实验室测试环境下短路磷酸铁锂电池单体，基本不发出现着火的情况，三元锂电池则不然，在使用三元锂电池时尤其要对热管理提出较高的要求。

●低温性能

磷酸铁锂电池虽然耐高温，但三元锂电池耐低温性能更好，是制造低温锂电池的主要技术路线，在零下 20°C 时，三元锂电池能够释放 70.14%的容量，
磷酸铁锂电池只能释放 54.94%的容量，且由于在低温条件下，
三元锂电池的放电平台远远高于磷酸铁锂电池电压平台启动也更快。

总结：以上就是三元锂电池和磷酸铁锂电池充放电效率对比，不论是三元锂电池还是磷酸铁锂电池，各自都有好坏，大家可根据自己的实际情况进行选择。

## 锂电池充放电曲线，SOC 曲线分析

锂电池充放电曲线反应了电池本身的很多信息,通过放电曲线可以了解电池的很多性能情况。

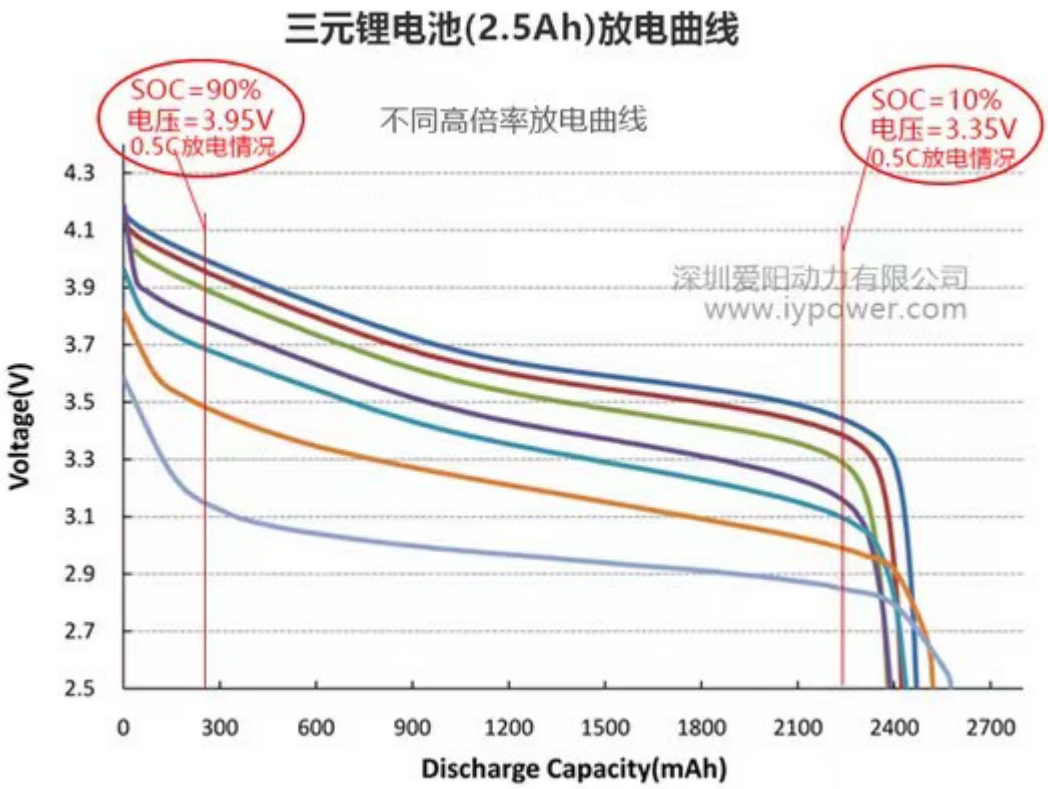
通过电池的放电曲线可以知道电池的容量信息，放电平台等。

我们主要是分析动力电池情况做分析，动力锂电池主要为三元锂电池和磷酸铁锂电池。

三元锂电池电压范围为 2.8V~4.2V，典型值为 3.6V 左右，三元锂电池电压平台相对比较陡；

磷酸铁锂电池的电压范围 2.5V~3.65V，典型值为 3.2V 左右，磷酸铁锂电池的电压平台相对比较平；

1. 三元锂电池（电芯）放电曲线放电倍率如下：



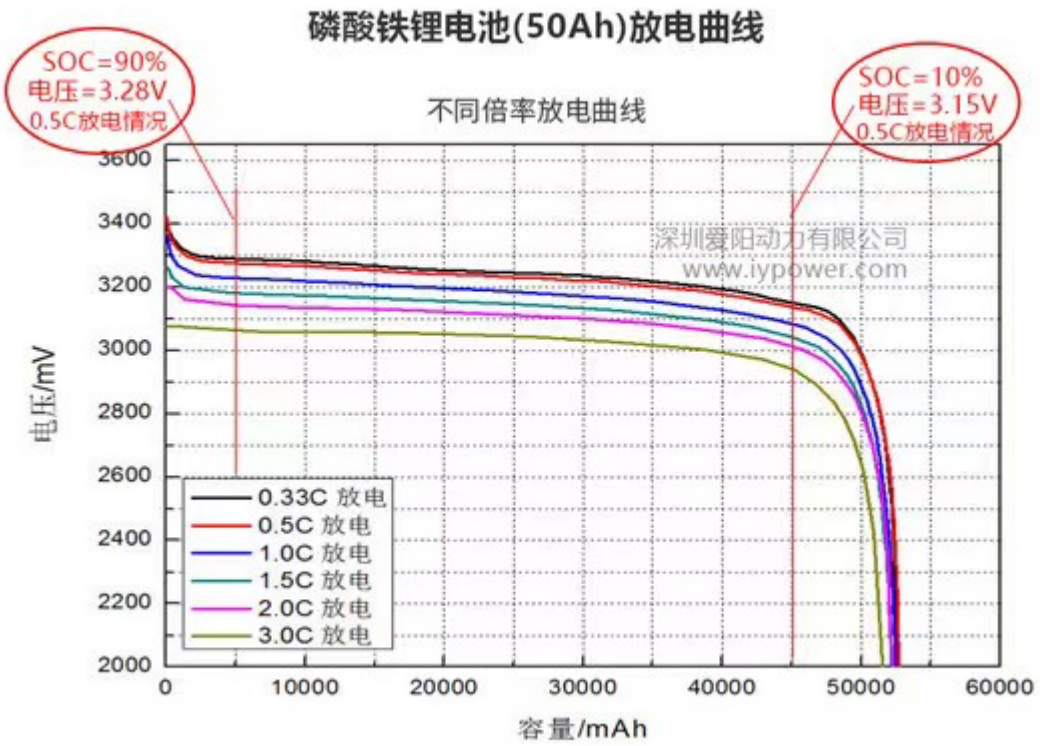

上图为 18650 电芯，电池容量为 2500mAh 的动力电芯。

充放电曲线与实际就是电池的电压与放电容量的关系曲线，就是是剩余容量 SOC 的曲线，通过上图可以很好反应如下信息：

三元锂电池的容量主要集中在 3.35V~3.95V 左右，80%的容量集中在这个电压段。

上图有好几条放电曲线，主要是不同的放电倍率对应的放电曲线，放电倍率大，放电曲线低，放电倍率小，放电曲线高。

2. 磷酸铁锂电池（电芯）放电放电倍率曲线图如下：




上图为磷酸铁锂方形电芯，电池容量为 50Ah 的动力电芯。

充放电曲线与实际就是电池的电压与放电容量的关系曲线，通过上图可以很好反应如下信息：

磷酸锂电池的容量主要集中在 3.15V~3.30V 左右，80%的容量集中在这个电压段。

上图有好几条放电曲线，主要是不同的放电倍率对应的放电曲线，放电倍率大，放电曲线低，放电倍率小，放电曲线高。

锂电池的放电曲线除了与放电倍率关系很大外，温度的关系很大，

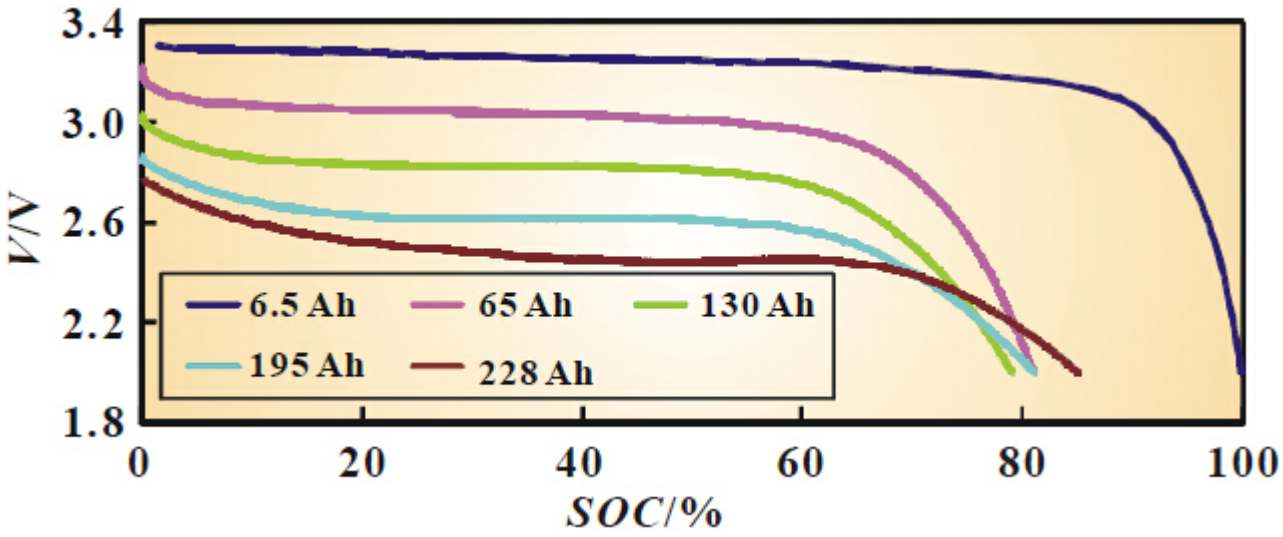
不同的温度放电曲线有一定差异。

### 1.3 分析与测试

测试条件为：三元材料电池充放电电压控制范围为 2.5~4.2 V，1 C =7.5 A，磷酸铁锂材料电池充放电电压控制范围为 2.0～3.65 V，1 C =6.5 Ah，无特殊说明测试温度为(25±2)℃。

### 2.1 不同的温度 放放电倍率电性能测试

（a）三元材料电池放电曲线




(b)磷酸铁锂电池放电曲线

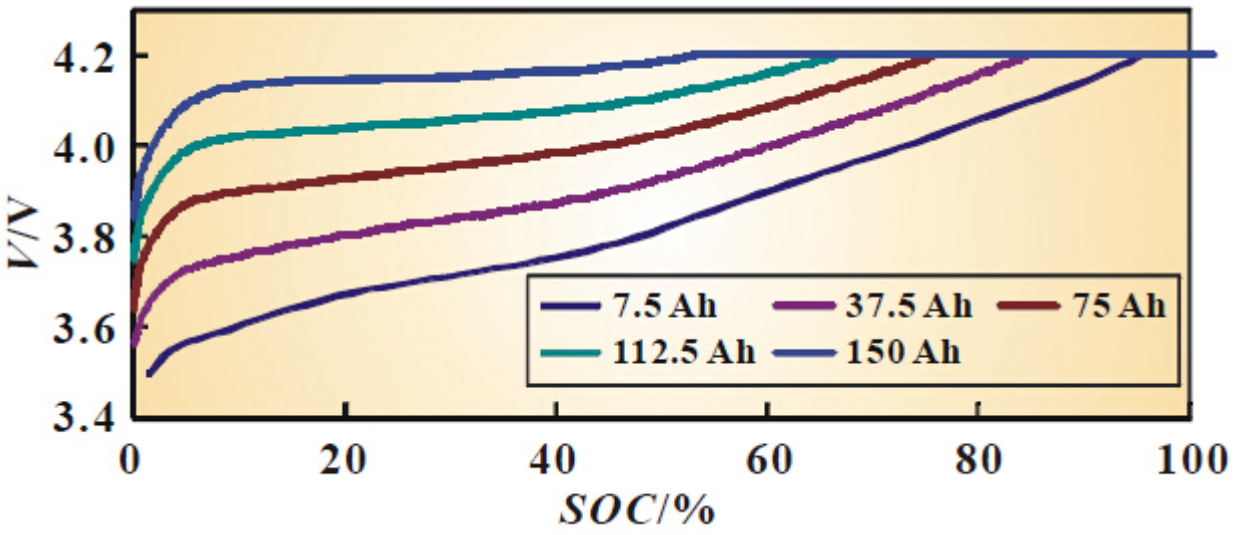
**图 1 倍率放电曲线**

**表 1 电池放电数据**

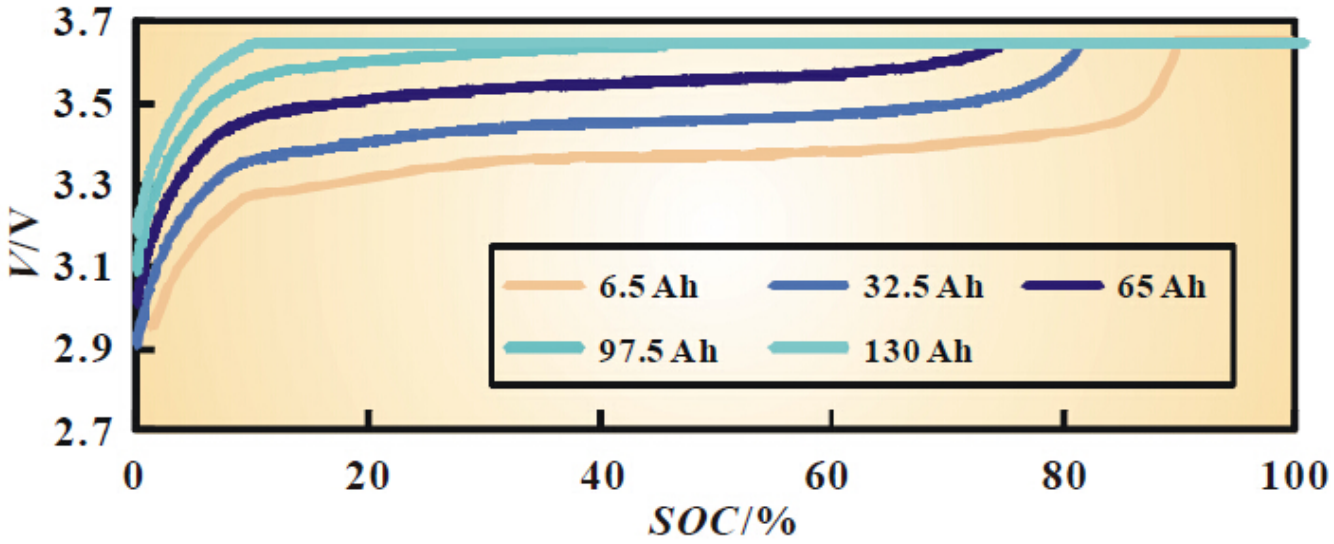
| 三元材料电池放电数据 | | | | 磷酸铁锂材料电池放电数据 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 放电电流/Ah | 放出容量/Ah | 平台/V | 放电时间/s | 放电电流/Ah | 容量/Ah | 平台/V | 放电时间/s |
| 7.5 | 8.672 | 3.684 | 4 170 | 6.5 | 7.254 | 3.252 | 4 021 |
| 75 | 7.940 | 3.486 | 381 | 65 | 5.878 | 3.031 | 326 |
| 150 | 7.864 | 3.328 | 189 | 130 | 5.736 | 2.827 | 159 |
| 225 | 7.453 | 3.126 | 119 | 195 | 5.878 | 2.613 | 108 |
| 262 | 7.325 | 2.955 | 100 | 228 | 6.169 | 2.448 | 98 |
| 放电比能量/(Wh·kg$^{-1}$) | 88 | | | 放电比能量/(Wh·kg$^{-1}$) | 88 | | |
| 放电比功率/(W·kg$^{-1}$) | 2 803 | | | 放电比功率/(W·kg$^{-1}$) | 2 803 | | |

## 2.2 充电倍率充电性能比较

从图 2 和表 2 可见，三元材料电池与磷酸铁锂材料电池在不大于 10 C 充电时，恒流充电容量/ 总容量比例无明显差距，10 C 以上倍率充电时，磷酸铁锂电池恒流充电容量/ 总容量比例较小，充电倍率越大，恒流充电容量/ 总容量比例与三元材料电池差距越明显，这主要与磷酸铁锂在 30%～80%SOC 是电压变化较小有关，如负极使用软碳或硬碳，磷酸铁锂电池大倍率充电性能够达到三元电池的水平。




（a）三元材料电池充电曲线




（b）磷酸铁锂电池充电曲线

**图 2 倍率充电曲线**

**表 2 电池的充电数据**

| 三元材料电池充电数据 | | | | 磷酸铁锂材料电池充电数据 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 充电电流/Ah | 恒流容量/Ah | 总容量/Ah | 恒流容量/% | 充电电流/Ah | 恒流容量/Ah | 总容量/Ah | 恒流容量/% |
| 7.5 | 8.21 | 8.62 | 95.24 | 6.5 | 6.52 | 7.25 | 90.00 |
| 37.5 | 7.17 | 8.54 | 84.01 | 32.5 | 5.91 | 7.23 | 81.64 |
| 75.0 | 6.42 | 8.58 | 74.82 | 65.0 | 5.43 | 7.26 | 74.71 |
| 112.5 | 5.65 | 8.60 | 65.71 | 97.5 | 3.51 | 7.29 | 48.11 |
| 150.0 | 4.55 | 8.62 | 52.75 | 130.0 | 0.74 | 7.31 | 10.08 |

**2.3 循环性能比较**

图 3 中三元材料电池循环 3 900 次剩余容量 66%，磷酸铁锂电池循环 5 000 次剩余容量 84%，循环寿命比三元材料电池，磷酸铁锂电池优势明显。按照剩余容量/ 初始容量=80%作为测试结束点，目前三元材料电池实验室 1 C 循环寿命在 2 500 次左右，磷酸铁锂电池实验室 1 C 循环寿命在 3 500 次以上，部分达到 5 000 次以上。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。

如要下载或阅读全文，请访问：

https://d.book118.com/235312044123011310