锂离子电池化成工艺研究

鲁桂梅，谢秋，石永伉，任卫斌

（中国空空导弹研究院，河南洛阳471003）

摘要：考察了四种化成工艺对电池性能的影响，优选出了一种高效的锂离子电池化成工艺，该化成工艺是：0.1C恒流充电至电池荷电量的0.65，然后0.1C恒流放电至2.5V，连续循环两次。该化成工艺可以提高生产效率、提高锂离子电池的放电容量、提高锂离子电池的循环性能。

锂离子电池是20世纪90年代出现的绿色高能环保电池，具有能量密度高、环境友好、无记忆效应、循环寿命长、自放电少等突出的优点，是摄像机、移动电话、笔记本电脑、便携式测量仪等电子装置小型轻量化的理想电源，也是未来电动汽车、军用的理想轻型高能动力源。因此，锂离子电池成为近年来电池界广泛研究的热点。

化成是锂电池生产过程中的重要工序，化成时在负极表面形成一层钝化层，即固体电解质界面膜(SEI膜)，SEI膜的好坏自接影响到电池的循环寿命、稳定性、自放电性、安全性等电化学性能，满足二次电池密封“免维护”的要求，而不同的化成工艺形成的SEI膜有所不同，对电池的性能影响也存在很大差异。传统的小电流预充方式有助于稳定的SEI膜形成，但是长时间的小电流充电会导致形成的SEI膜阻抗增大，从而影响锂离子电池的倍率放电性能，过程时间长影响生产效率，另外，对于磷酸铁锂体系，当充电电压大于3.7V时，可能会使磷酸铁锂的晶格结构造成破坏，从而影响电池的循环性能，因此，探索一种高效的锂电池化成工艺就很有必要。本文考察了四种化成工艺对电池性能的影响，优选出了一种高效的锂离子电池化成工艺，该化成工艺可以提高生产效率、提高锂离子电池的性能。

1试验

1.1主要原料和仪器设备

化成及循环试验中所用主要原料和仪器设备见表1。

表1　主要原料和仪器设备

名称	规格	产地
化成测试机	55V50A	深圳
恒温箱	SE-600-5-5	美国
40Ah动力锂离	SE40AHA	洛阳

1.2电池的制备

公司锂离子电池的生产流程图1所示。

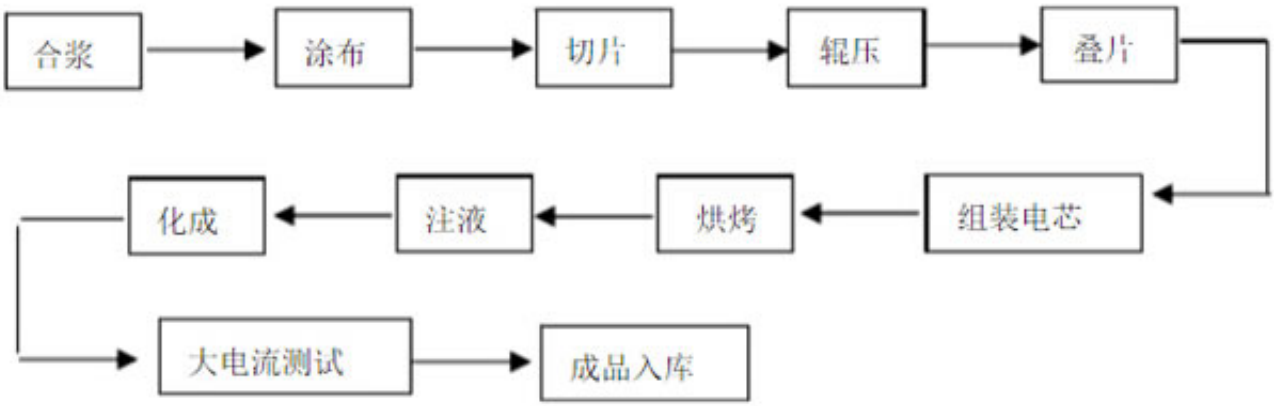

图1　锂离子电池生产流程图

1.3测试

1.3.1化成

取同一批次注液后的40AH电池12块，分成四组，分别标识为A-1,2,3，B-1,2,3，C-1,2,3，D-1,2,3，在化成测试机上，四组电池化成工艺如表2所示。

表 2　化成工艺

电池标号	工艺内容
A-1，	(1)　0.1C恒流充电至 4.2V
A-2，	(2)　4.2V恒压充电至电流为 1000mA
A-3	(3)　静置20 分钟
	(4)　0.1C恒流放电至 2.5V
B-1，	(1)　0.05C恒流充电至 2.7V
B-2，	(2)　0.3C恒流充电至 3.7V
B-3	(3)　3.7V恒压充电至电流为 1000mA
	(4)　静置20 分钟
	(5)　0.1C恒流放电至 2.5
C-1，	(1)　0.1C恒流充电至电池荷电量的
C-2，	0.65，需时 6.5h
C-3	(2)　静置20 分钟
	(3)　0.1C恒流放电至 2.5V
	(4)　静置20 分钟
	(5)　0.1C恒流充电至 3.7V
	(6)　3.7V恒压充电至电流为 1000mA
	(7)　静置20 分钟
	(8)　0.1C恒流放电至 2.5V
D-1，	(1)　静置20 分钟
D-2，	(2)　0.1C恒流充电至电池荷电量的
D-3	0.65，需时 6.5h
	(3)　静置20 分钟
	(4)　0.1C恒流放电至 2.5V
	(5)　循环1 次

1.3.2循环试验

化成后，电池静置陈化7天，在恒温箱内，用化成测试机对四组电池以I3电流对进行充放电试验，25°C恒温循环30周。

2结果与讨论

2.1化成

电池A-1,2,3，B-1,2,3，C-1,2,3，D-1,2,3分别按上述化成工艺进行化成，化成试验数据见表3。

表 3　化成时间数据

化成工艺	电池标号	化成时间/h	化成时间平均值/h
	A-1	28.5	
1	A-2	28.3	28.5
	A-3	28.6	
	B-1	18.4	
2	B-2	18.5	18.5
	B-3	18.7	
	C-1	38.4	
3	C-2	38.7	38.4
	C-3	38.1	
	D-1	25.4	
4	D-2	25.6	25.5
	D-3	25.5	

由表3数据可以看出，化成工艺2需时最短，比化成工艺1约短10小时；化成工艺3需时最长，比化成工艺1长约10小时；化成工艺4比化成工艺1约短3小时。通过对比以上数据，化成工艺2和4对生产效率的提高比较显著，需进一步的循环测试方可深入比较以上化成工艺对电池性能的影响情况。

2.2循环试验

化成后，电池静置陈化7天，以I3电流对四组电池进行充放电试验，25°C恒温循环30周，四组电池的循环曲线拟合后如图2所示：

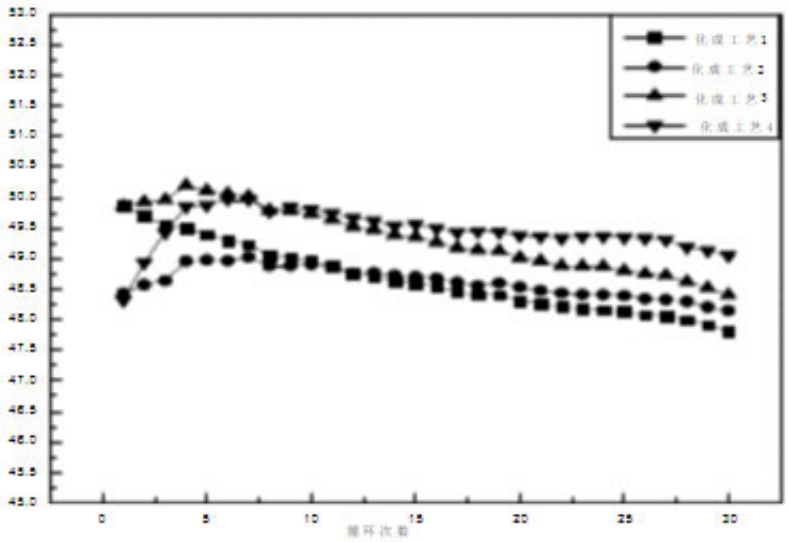

图 2. 循环曲线图

由图2及实验数据可知：

（1）循环30周，化成工艺1、化成工艺2、化成工艺3、化成工艺4化成的电池，放电容量的平均每次衰率减分别为：0.123％、0.075％、0.113％、0.068％。可见，化成工艺4循环性能最好。

（2）化成工艺2比化成工艺1化成时间约短10小时，能大大提高生产效率，并且电池容量衰减较为缓慢，但是电池的放电容量偏低。

（3）化成工艺3化成的电池，容量衰减较快，并且化成时间比化成工艺1约长10小时，生产效率低。

（4）化成工艺4化成的三块电池放电容量较高，容量衰减缓慢，并且化成时间比化成工艺1约短3小时，能够提高生产效率。

3结语

综合比较四种化成工艺，考察了四种化成工艺对电池性能的影响，从化成及循环数据分析可以看出：化成工艺4较佳，该化成工艺可以提高生产效率、提高锂离子电池的放电容量、提高锂离子电池的循环性能。该化成工艺是：0.1C恒流充电至电池荷电量的0.65，然后0.1C恒流放电至2.5V，连续循环两次。

原文地址：http://www.china-nengyuan.com/tech/104138.html