



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110212159 A

(43)申请公布日 2019.09.06

(21)申请号 201910518641.9

H01M 4/36(2006.01)

(22)申请日 2019.06.15

H01M 4/485(2010.01)

(71)申请人 珠海冠宇电池有限公司

H01M 4/587(2010.01)

地址 519180 广东省珠海市斗门区井岸镇  
珠峰大道209号

H01M 10/0525(2010.01)

(72)发明人 赖冠全 申红光 刘城 何江龙  
叶璐 田义军 彭冲 徐延铭

(74)专利代理机构 哈尔滨龙科专利代理有限公司  
23206

代理人 高媛

(51)Int.Cl.

H01M 4/131(2010.01)

H01M 4/133(2010.01)

H01M 4/1391(2010.01)

H01M 4/1393(2010.01)

权利要求书2页 说明书6页 附图1页

(54)发明名称

一种复合负极极片及其制备方法

(57)摘要

一种复合负极极片及其制备方法,属于动力锂离子电池技术领域。所述负极涂层包括负极内部涂层和负极外部涂层,所述负极内部涂层涂覆在集流体上,所述负极外部涂层涂覆在负极内部涂层上,所述负极内部涂层为水溶性涂层,所述负极外部涂层为油溶性涂层。本发明的优点为:在传统的石墨负极涂层中涂覆一层钛酸锂材料,可以提高电池的首效,进而提高电池的质量比能量密度;提高电池的快充能力、循环寿命及安全性能。



1. 一种复合负极极片,包括集流体和负极涂层,其特征在于:所述负极涂层包括负极内部涂层和负极外部涂层,所述负极内部涂层涂覆在集流体上,所述负极外部涂层涂覆在负极内部涂层上,所述负极内部涂层为水溶性涂层,所述负极外部涂层为油溶性涂层。

2. 根据权利要求1所述的一种复合负极极片,其特征在于:所述负极内部涂层由负极活性物质1、水溶性粘结剂、水溶性增稠剂、导电剂制备而成;所述负极活性物质1:水溶性粘结剂:水溶性增稠剂:导电剂的质量百分比为80.0%~98.0%:0.2%~10.0%:0.2%~10.0%:0%~8.0%。

3. 根据权利要求2所述的一种复合负极极片,其特征在于:所述负极活性物质1为人造石墨、天然石墨、软碳、硬碳、中间相碳微球中的一种或多种的组合;所述水溶性粘结剂为丙烯酸-丙烯酸酯共聚物、聚丙烯酰胺、聚氧化乙烯、聚乙烯吡咯烷酮、丙烯酰胺-丙烯腈共聚物、丙烯酸-丙烯酰胺-丙烯腈共聚物、丙烯酸-丙烯酸酯-丙烯腈共聚物中的一种或多种的组合;所述水溶性增稠剂为羧甲基纤维素钠、羟乙基纤维素、羟丙基纤维素、定优胶、聚乙烯醇、聚丙烯酸中一种或多种的组合;所述导电剂为导电石墨、导电炭黑、科琴黑、乙炔黑、碳纤维、单壁碳纳米管、多壁碳纳米管、石墨烯中的一种或多种的组合。

4. 根据权利要求1所述的一种复合负极极片,其特征在于:所述负极外部涂层由负极活性物质2、油溶性粘结剂、导电剂制备而成;所述负极活性物质2、油溶性粘结剂、导电剂的质量百分比为80.0%~98.0%:0.1%~15.0%:0.1%~10.0%。

5. 根据权利要求4所述的一种复合负极极片,其特征在于:所述负极活性物质2为钛酸锂;所述油溶性粘结剂为聚偏四氟乙烯;所述导电剂为导电石墨、导电炭黑、科琴黑、乙炔黑、碳纤维、单壁碳纳米管、多壁碳纳米管、石墨烯中的一种或多种的组合。

6. 一种权利要求1~5任一权利要求所述复合负极极片的制备方法,其特征在于:所述方法步骤如下:

步骤一:将负极活性物质1、导电剂混合0.5~8h,得到混合均匀的干粉;加入15%~75%的水溶性增稠剂搅拌1~30min,使浆料呈面团状,然后继续搅拌0.5~8h,使浆料分散均匀;加入水溶性粘结剂及剩余的水溶性增稠剂搅拌0.5~10h,使浆料完全分散均匀;最后抽真空脱除气泡,使用100~300目的筛网过滤后得到负极内层浆料;

步骤二:将步骤一得到的负极内层浆料均匀地涂覆在集流体上,在烘箱中于30℃~200℃加热烘烤0.1~30min,使负极内层浆料中的部分溶剂水挥发,要求极片不能烘裂,同时极片不能由于太湿而造成粘辊,得到涂覆有负极内层浆料的集流体,在25℃~180℃下干燥0.5~12h,得到涂覆负极内部涂层的极片;

步骤三:将油溶性粘结剂、分散剂混合搅拌0.5~10h,使油溶性粘结剂完全均匀地分散;加入导电剂混合搅拌0.5~8h,使得导电剂完全分散均匀;加入负极活性物质2混合搅拌0.5~15h,使得负极活性物质2完全分散均匀;最后抽真空脱除气泡,使用100~300目的筛网对浆料进行过滤,得到负极外层浆料;

步骤四:将步骤三得到的负极外层浆料均匀地涂覆在步骤二得到的内部涂层上,在烘箱中于30℃~200℃进行加热烘烤0.1~40min,使浆料中的分散剂完全挥发;将双层涂覆的负极片在25℃~180℃下干燥0.5~12h、辊压,即得到复合负极极片。

7. 根据权利要求6所述的一种复合负极极片的制备方法,其特征在于:步骤一中,所述负极内层浆料的固含量为20%~85%,粘度为400~9000mPa·s。

8. 根据权利要求6所述的一种复合负极极片的制备方法,其特征在于:步骤二中,所述负极内部涂层的厚度为20~200 $\mu\text{m}$ ,面密度为10~250 $\text{g}/\text{m}^2$ 。

9. 根据权利要求6所述的一种复合负极极片的制备方法,其特征在于:步骤三中,所述负极外层浆料的固含量为20%~85%,粘度为2000~15000 $\text{mPa}\cdot\text{s}$ 。

10. 根据权利要求6所述的一种复合负极极片的制备方法,其特征在于:步骤四中,所述负极外部涂层的厚度为20~100 $\mu\text{m}$ ,面密度为10~200 $\text{g}/\text{m}^2$ 。

## 一种复合负极极片及其制备方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于动力锂离子电池技术领域,具体涉及一种复合负极极片及其制备方法。

### 背景技术

[0002] 随着新能源电动汽车应用的普及,人们对新能源电动汽车的续航能力、快速充电能力及安全性能提出了越来越高的要求。目前动力锂离子电池用的负极材料主要为石墨类材料,由于其嵌锂电位在0.1V(VS.Li)左右,因此在循环过程中很容易析锂,造成循环寿命低,且容易发生安全事故。同时,常规负极石墨为二维层状结构,层间距为0.335nm,较小的层间距使得锂离子的扩散速率较低,倍率性能较差。在快速充电的条件下,锂离子易在石墨表面沉积形成锂枝晶。随着循环次数的增加,电池容量快速衰减,且锂枝晶的不断生长会刺穿隔膜造成电池内部短路,最终导致安全事故发生。

[0003] 为了提高动力电池的快充能力,常规的方法是通过降低正负极片的活性物质负载量或在碳材料表面进行包覆硬碳来达到提高锂离子电池的快充能力,但会造成锂离子电池的能量密度下降,同时在循环过程中副反应的发生导致其循环寿命下降。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的是为了解决锂离子电池能量密度和循环寿命下降的问题,提供一种具有高安全快充型动力复合负极极片及其制备方法,该方法通过利用双层涂布技术,在负极表面涂覆一层钛酸锂(LTO)涂层。由于LTO具有良好的快充性能、安全性能,因此最终使得电池的快充能力及安全性能得到有效的提高。

[0005] 为实现上述目的,本发明采取的技术方案如下:

[0006] 一种复合负极极片,包括集流体和负极涂层,所述负极涂层包括负极内部涂层和负极外部涂层,所述负极内部涂层涂覆在集流体上,所述负极外部涂层涂覆在负极内部涂层上,所述负极内部涂层为水溶性涂层,所述负极外部涂层为油溶性涂层。

[0007] 进一步地,所述负极内部涂层由负极活性物质1、水溶性粘结剂、水溶性增稠剂、导电剂制备而成;所述负极活性物质1:水溶性粘结剂:水溶性增稠剂:导电剂的质量百分比为80.0%~98.0%:0.2%~10.0%:0.2%~10.0%:0%~8.0%。

[0008] 进一步地,所述负极外部涂层由负极活性物质2、油溶性粘结剂、导电剂制备而成;所述负极活性物质2、油溶性粘结剂、导电剂的质量百分比为80.0%~98.0%:0.1%~15.0%:0.1%~10.0%。

[0009] 一种上述复合负极极片的制备方法,所述方法步骤如下:

[0010] 步骤一:将负极活性物质1、导电剂混合0.5~8h,得到混合均匀的干粉;加入15%~75%的水溶性增稠剂搅拌1~30min,使浆料呈面团状,然后继续搅拌0.5~8h,使浆料分散均匀;加入水溶性粘结剂及剩余的水溶性增稠剂搅拌0.5~10h,使浆料完全分散均匀;最后抽真空脱除气泡,使用100~300目的筛网过滤后得到负极内层浆料;

[0011] 步骤二:将步骤一得到的负极内层浆料均匀地涂覆在集流体上,在烘箱中于30℃~200℃加热烘烤0.1~30min,使负极内层浆料中的部分溶剂水挥发,要求极片不能烘裂,同时极片不能由于太湿而造成粘辊,得到涂覆有负极内层浆料的集流体,在25℃~180℃下干燥0.5~12h,得到涂覆负极内部涂层的极片;

[0012] 步骤三:将油性粘结剂、分散剂混合搅拌0.5~10h,使油性粘结剂完全均匀地分散;加入导电剂混合搅拌0.5~8h,使得导电剂完全分散均匀;加入负极活性物质2混合搅拌0.5~15h,使得负极活性物质2完全分散均匀;最后抽真空脱除气泡,使用100~300目的筛网对浆料进行过滤,得到负极外层浆料;

[0013] 步骤四:将步骤三得到的负极外层浆料均匀地涂覆在步骤二得到的负极内部涂层上,在烘箱中于30℃~200℃进行加热烘烤0.1~40min,使浆料中的分散剂完全挥发;将双层涂覆的负极片在25℃~180℃下干燥0.5~12h、辊压,即得到复合负极极片。

[0014] 本发明相对于现有技术的有益效果为:

[0015] (1) 在传统的石墨负极涂层中涂覆一层钛酸锂材料,可以提高电池的首效,进而提高电池的质量比能量密度;

[0016] (2) 提高电池的快充能力、循环寿命及安全性能。

## 附图说明

[0017] 图1为双层涂覆负极片示意图。

## 具体实施方式

[0018] 下面结合附图及实施例对本发明的技术方案作进一步的说明,但并不局限于此,凡是对本发明技术方案进行修正或等同替换,而不脱离本发明技术方案的精神范围,均应涵盖在本发明的保护范围之内。

[0019] 具体实施方式一:本实施方式记载的是一种复合负极极片,包括集流体和负极涂层,如图1所示,所述负极涂层包括负极内部涂层和负极外部涂层,所述负极内部涂层涂覆在集流体上,所述负极外部涂层涂覆在负极内部涂层上,所述负极内部涂层为水溶性涂层,所述负极外部涂层为油性涂层。

[0020] 具体实施方式二:具体实施方式一所述的一种复合负极极片,所述负极内部涂层由负极活性物质1、水溶性粘结剂、水溶性增稠剂、导电剂制备而成;所述负极活性物质1:水溶性粘结剂:水溶性增稠剂:导电剂的质量百分比为80.0%~98.0%:0.2%~10.0%:0.2%~10.0%:0%~8.0%。

[0021] 具体实施方式三:具体实施方式二所述的一种复合负极极片,所述负极活性物质1为人造石墨、天然石墨、软碳、硬碳、中间相碳微球(MCMB)中的一种或多种的组合;所述水溶性粘结剂为丙烯酸-丙烯酸酯共聚物、聚丙烯酰胺、聚氧化乙烯、聚乙烯吡咯烷酮、丙烯酰胺-丙烯腈共聚物、丙烯酸-丙烯酰胺-丙烯腈共聚物、丙烯酸-丙烯酸酯-丙烯腈共聚物中的一种或多种的组合;所述水溶性增稠剂为羧甲基纤维素钠(CMC)、羟乙基纤维素、羟丙基纤维素、定优胶、聚乙烯醇、聚丙烯酸中一种或多种的组合;所述导电剂为导电石墨、导电炭黑(Super-P)、科琴黑、乙炔黑、碳纤维、单壁碳纳米管、多壁碳纳米管、石墨烯中的一种或多种的组;。

[0022] 具体实施方式四:具体实施方式一所述的一种复合负极极片,所述负极外部涂层由负极活性物质2、油溶性粘结剂、导电剂制备而成;所述负极活性物质2、油溶性粘结剂、导电剂的质量百分比为80.0%~98.0%:0.1%~15.0%:0.1%~10.0%。

[0023] 具体实施方式五:具体实施方式四所述的一种复合负极极片,所述负极活性物质2为钛酸锂;所述油溶性粘结剂为聚偏四氟乙烯;所述导电剂为导电石墨、导电炭黑、科琴黑、乙炔黑、碳纤维、单壁碳纳米管、多壁碳纳米管、石墨烯中的一种或多种的组合。本发明优化改进了锂离子动力电池负极极片的涂覆方式,尤其是在常规石墨负极上面涂覆一层钛酸锂涂层,提高电池的首次效率,同时能够起到抑制常规石墨负极在不断充放电过程中的SEI不断分解生成造成活性锂的损失,进而提高电池的循环寿命。同时,LTO涂层能够极大地改善常规锂离子电池的安全性能。

[0024] 具体实施方式六:一种具体实施方式一至五任一具体实施方式所述复合负极极片的制备方法,所述方法步骤如下:

[0025] 步骤一:将负极活性物质1、导电剂混合0.5~8h,得到混合均匀的干粉;加入15%~75%的水溶性增稠剂搅拌1~30min,使浆料呈面团状,然后继续搅拌0.5~8h,使浆料分散均匀;加入水溶性粘结剂及剩余的水溶性增稠剂搅拌0.5~10h,使浆料完全分散均匀;最后抽真空脱除气泡,使用100~300目的筛网过滤后得到负极内层浆料;

[0026] 步骤二:将步骤一得到的负极内层浆料均匀地涂覆在集流体上,在烘箱中于30℃~200℃加热烘烤0.1~30min,使负极内层浆料中的部分溶剂水挥发,要求极片不能烘裂,同时极片不能由于太湿而造成粘辊,得到涂覆有负极内层浆料的集流体,在25℃~180℃下干燥0.5~12h,得到涂覆负极内部涂层的极片;水溶性增稠剂为中性或偏酸性溶液;涂覆完过烘箱时为了预防极片烘裂,极片没有被完全烘干,在涂覆完后需要干燥使得剩余的水分挥发;

[0027] 步骤三:将油溶性粘结剂、分散剂混合搅拌0.5~10h,使油溶性粘结剂完全均匀地分散;加入导电剂混合搅拌0.5~8h,使得导电剂完全分散均匀;加入负极活性物质2混合搅拌0.5~15h,使得负极活性物质2完全分散均匀;最后抽真空脱除气泡,使用100~300目的筛网对浆料进行过滤,得到负极外层浆料;

[0028] 步骤四:将步骤三得到的负极外层浆料均匀地涂覆在步骤二得到的负极内部涂层上,在烘箱中于30℃~200℃进行加热烘烤0.1~40min,使浆料中的分散剂完全挥发;将双层涂覆的负极片在25℃~180℃下干燥0.5~12h、辊压(压实密度为1.2~2.0g/cm<sup>3</sup>),即得到复合负极极片。涂覆完过烘箱时为了预防极片烘裂,极片没有被完全烘干,在涂覆完后需要干燥使得剩余的水分挥发。

[0029] 具体实施方式七:具体实施方式六所述的一种复合负极极片的制备方法,步骤一中,所述负极内层浆料的固含量为20%~85%,粘度为400~9000mPa·s。所述固含量的固体指负极活性物质1、导电剂、水溶性增稠剂及水溶性粘结剂,液体指分散浆料用的水,不需要再加另外的溶剂。

[0030] 具体实施方式八:具体实施方式六所述的一种复合负极极片的制备方法,步骤二中,所述负极内部涂层的厚度为20~200um,面密度为10~250g/m<sup>2</sup>。

[0031] 具体实施方式九:具体实施方式六所述的一种复合负极极片的制备方法,步骤三中,所述负极外层浆料的固含量为20%~85%,粘度为2000~15000mPa·s。分散剂的量主

要是根据设计的浆料固含来加入,浆料的固含为20%~85%,则分散剂的量为15%~80%;所述分散剂为N-甲基吡咯烷酮。所述固含量的固体指负极活性物质2、导电剂及水溶性粘结剂,液体指分散浆料用的油溶性分散剂(N-甲基吡咯烷酮),不需要再加另外的溶剂。

[0032] 具体实施方式十:具体实施方式六所述的一种复合负极极片的制备方法,步骤四中,所述负极外部涂层的厚度为20~100 $\mu\text{m}$ ,面密度为10~200 $\text{g}/\text{m}^2$ 。

[0033] 实施例1

[0034] 一种复合负极极片,所述复合负极极片为双层涂覆结构的负极极片,包括集流体、负极内部涂层和负极外部涂层,所述负极内部涂层涂覆在集流体上,所述负极外部涂层涂覆在负极内部涂层上,所述负极内部涂层为水溶性涂层,所述负极外部涂层为油溶性涂层。

[0035] 进一步的,所述负极内部涂层的材料包括石墨类负极活性物质、水溶性粘结剂、水溶性增稠剂、导电剂,所述负极活性物质为人造石墨,导电剂为超导炭黑(Super-P),水溶性增稠剂为羧甲基纤维素钠(CMC),水溶性粘结剂为丙烯酸-丙烯酸酯共聚物。其中负极活性物质:导电剂:水溶性增稠剂:水溶性粘结剂质量百分比为94%:2.5%:2%:1.5%,丙烯酸单体占所述水溶性粘结剂的比例为30%~40%,水溶性较好。

[0036] 一种上述复合负极极片的制备方法,包括如下步骤:

[0037] 步骤一:向双行星搅拌机中加入配比量的人造石墨、超导炭黑干粉进行混合搅拌1.5h;

[0038] 步骤二:向搅拌罐中加入配比量的水溶性增稠剂,调整加入比例,使浆料呈面团状,继续搅拌2h;然后加入去离子水调整浆料粘度为4000~6000 $\text{mPa}\cdot\text{s}$ ,再加入水溶性粘结剂,以公转15rpm的速度搅拌30min;继续加入去离子水调节最终粘度为500~4000 $\text{mPa}\cdot\text{s}$ ,抽真空搅拌30min,用200目的筛网过滤,得到负极内层浆料;

[0039] 步骤三:将负极内层浆料用喷涂机涂布到铜箔的两个表面,然后将涂覆负极内层浆料的集流体在30 $^{\circ}\text{C}$ ~200 $^{\circ}\text{C}$ 温度下加热烘烤0.1~30min,使酸性水溶液中的溶剂水挥发,得到涂覆负极内层浆料涂层的集流体;

[0040] 步骤四:将涂覆负极内层浆料的集流体放入烘箱中干燥,烘箱温度为60~180 $^{\circ}\text{C}$ ,烘烤时间为0.2~16h,烘箱中充氮气作为保护气;所述负极内部涂层的厚度为148 $\mu\text{m}$ ,面密度为120 $\text{g}/\text{m}^2$ ;

[0041] 步骤五:负极外部涂层采用常规的油系浆料的配方,负极外层浆料的活性物质为钛酸锂( $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ ),导电剂为科琴黑,油溶性粘结剂采用聚偏四氟乙烯(PVDF),所述分散剂采用N-甲基吡咯烷酮(NMP),活性物质 $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ 、科琴黑、油溶性粘结剂PVDF的质量百分比为93%:3.5%:3.5%。首先在双行星搅拌罐中加入配比量的油溶性粘结剂、分散剂搅拌分散2~6h,待油溶性粘结剂完全分散后,向胶液中加入配比量的科琴黑搅拌分散1~5h,然后将配比量的钛酸锂加入搅拌罐中搅拌1~8h,调节浆料粘度为2000~15000 $\text{mPa}\cdot\text{s}$ ,抽真空搅拌10~120min后,用200目筛网进行过滤,得到负极外层浆料。将负极外层浆料涂覆在人造石墨水性内部涂层上面,经过烘箱在30 $^{\circ}\text{C}$ ~200 $^{\circ}\text{C}$ 温度下加热烘烤0.1~40min后收卷,然后再将涂覆负极外层浆料的集流体置于60~150 $^{\circ}\text{C}$ 的烘箱中烘烤2~20h,将负极外层浆料的分散剂挥发完全,得到涂覆负极外部涂层的集流体,对烘烤后的集流体进行辊压,压实密度为1.0~2.0 $\text{g}/\text{cm}^3$ ,制得复合负极极片。

[0042] 一种含有上述复合负极极片的锂离子电池,所述锂离子电池包括上述复合负极极

片、正极极片、隔膜和电解液。

[0043] 正极极片的制备：采用常规的正极配方制备正极极片，正极物料包括 $\text{LiNi}_{0.5}\text{Co}_{0.2}\text{Mn}_{0.3}\text{O}_2$ 、超导炭黑(Super-P)、聚偏四氟乙烯，将以上物料混合制成正极浆料涂覆在 $6\sim 25\mu\text{m}$ 的铝箔上烘干，烘烤温度为 $60\sim 150^\circ\text{C}$ ，烘烤时间为 $2\sim 20\text{h}$ ，并辊压，得到压实密度为 $3.0\sim 4.0\text{g}/\text{cm}^3$ 的正极极片。

[0044] 锂离子电池的制备：采用常规的电解液配方， $\text{LiPF}_6$ 作为锂盐，以碳酸乙烯酯(EC)、碳酸丙烯酯(PC)和碳酸二甲酯(DMC)的混合物为溶剂，再加入电解液添加剂。

[0045] 采用的隔膜为单面陶瓷+双面油性LBG涂胶隔膜。

[0046] 将正极极片、负极极片、隔膜通过叠片制成电芯，用铝塑膜封装，在氮气保护的烘箱中，控制温度为 $60\sim 180^\circ\text{C}$ ，烘烤时间为 $2\sim 56\text{h}$ ，注入电解液，进行化成分选等工序，最终得到容量为 $10\text{Ah}$ 的软包锂离子电池。

[0047] 实施例2

[0048] 本实施例与实施例1不同的地方在于：负极内部涂层中负极活性物质选用的是人造石墨：硬碳=9:1(质量比)的混合材料，其余与实施例1相同。

[0049] 实施例3

[0050] 本实施例与实施例1不同的地方在于：负极内部涂层中负极活性物质选用的是人造石墨表面包覆一层硬碳的负极材料，其余与实施例1相同。

[0051] 对比例1

[0052] 本对比例锂离子电池的制备工艺如下：

[0053] (1) 正极极片制备：正极采用常规油系浆料的配方，正极活性物质为 $\text{LiNi}_{0.5}\text{Co}_{0.2}\text{Mn}_{0.3}\text{O}_2$ ，导电剂为超导炭黑(Super-P)，粘结剂采用聚偏四氟乙烯(PVDF)，溶剂采用N-甲基吡咯烷酮(NMP)， $\text{LiNi}_{0.5}\text{Co}_{0.2}\text{Mn}_{0.3}\text{O}_2$ 、Super-P和PVDF的质量百分比为97%:1.5%:1.5%。首先在双行星搅拌罐中加入配比量的 $\text{LiNi}_{0.5}\text{Co}_{0.2}\text{Mn}_{0.3}\text{O}_2$ 和Super-P，以公转30rpm，自转1500rpm搅拌10min，向体系中加入配比量的PVDF和一定量的NMP，搅拌2h，调节浆料粘度为 $3000\sim 12000\text{mPa}\cdot\text{s}$ ，抽真空搅拌30min后，用200目筛网进行过滤，得到正极油系浆料。将浆料直接涂覆在集流体表面，经过烘箱在 $30^\circ\text{C}\sim 200^\circ\text{C}$ 温度下加热烘烤 $0.1\sim 30\text{min}$ 后收卷，再将涂覆正极油系浆料的集流体置于 $100^\circ\text{C}$ 的烘箱中烘烤8h，将正极油系浆料的分散剂挥发完全，得到涂覆正极涂层的集流体，烘干后进行辊压，压实密度为 $3.5\text{g}/\text{cm}^3$ ，制得正极极片。

[0054] (2) 负极极片的制备：采用常规的负极配方制备负极极片，负极物料包括人造石墨、Super-P、CMC和SBR，将以上几种物料混合制成负极浆料，将负极浆料涂布在 $8\mu\text{m}$ 的铜箔上烘干，烘烤温度为 $100^\circ\text{C}$ ，烘烤时间为4h，并辊压，得到压实密度为 $1.65\text{g}/\text{cm}^3$ 的负极极片。

[0055] (3) 锂离子电池的制备：采用常规的电解液配方， $\text{LiPF}_6$ 作为锂盐，以碳酸乙烯酯(EC)、碳酸丙烯酯(PC)和碳酸二甲酯(DMC)的混合物为溶剂，再加入电解液添加剂。采用的隔膜为单面陶瓷+双面油性LBG涂胶隔膜。将正极极片、负极极片、隔膜通过卷绕制成电芯，用铝塑膜封装，在氮气保护的烘箱，于 $120^\circ\text{C}$ 下烘烤36h，注入电解液，进行化成分选等工序，最终得到容量为 $5\text{Ah}$ 的软包锂离子电池。

[0056] 将各实施例制备获得的全电池进行比容量及循环性能测试，测试的结果如下：

[0057] 表1实施例的首次效率、比容量及循环数据



[0058]

项目	首次效率	循环容量保持率				快充性能	安全性能
		100T	300T	500T	1000T		
实施例 1	88.7%	98.2%	97.9%	95.3%	91.6%	3C	OK
实施例 2	87.8%	97.1%	96.6%	94.4%	90.1%	4C	OK
实施例 3	88.9%	95.5%	93.8%	91.9%	89.8%	4C	OK
对比例	85.2%	97.3%	94.6%	89.7%	88.8%	2C	NG

[0059] 从表1中可以看出,采用本发明中的方法生产的复合负极极片组装成的全电池的首次效率、循环容量保持率、快充性能及安全性能均比使用常规方法制备获得的负极极片组装成的全电池好。



图1