



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109888430 A

(43)申请公布日 2019.06.14

(21)申请号 201910031656.2

(22)申请日 2019.01.14

(71)申请人 华南理工大学

地址 510640 广东省广州市天河区五山路
381号

(72)发明人 张正国 王方娴 凌子夜 方晓明

(74)专利代理机构 广州粤高专利商标代理有限
公司 44102

代理人 何淑珍 黄海波

(51)Int.Cl.

H01M 10/613(2014.01)

H01M 10/617(2014.01)

H01M 10/6552(2014.01)

C09K 5/06(2006.01)

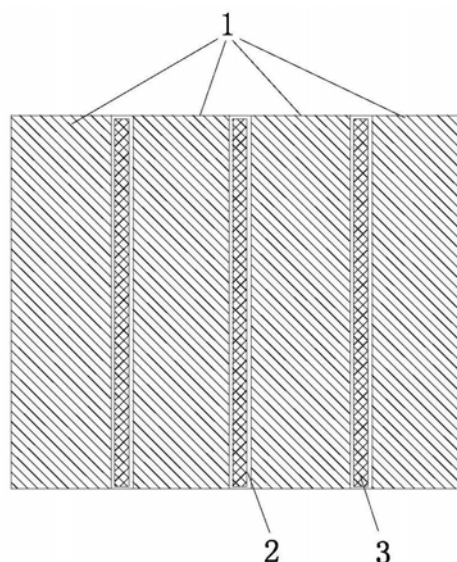
权利要求书1页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

一种相变乳液传热工质及其制备方法和电
池热管理系统

(57)摘要

本发明公开了一种相变乳液传热工质及其
制备方法和电池热管理系统,所述电池热管理系
统包括由若干电池组成的电池组,电池单体之间
缝隙内设置有冷却管,所述冷却管内设置有强制
对流的相变乳液传热工质。所述的相变乳液传
热工质以质量百分比计,包括:5~30%的相变材
料,0.5~10%的表面活性剂,0~5%的成核剂和
55~94.5%的去离子水。所述相变乳液传热工
质通过超声乳化法制备得到。本发明应用相变
乳液传热工质的相变潜热吸收热量,强化电池
热管理系统的散热能力,提升电池组的温度一
致性,实现对电池组的温度高效调控。



1. 一种电池热管理系统,其特征在于,包括由若干电池组成的电池组,电池单体之间缝隙内设置有冷却管,所述冷却管内设置有强制对流的相变乳液传热工质。

2. 根据权利要求1所述的一种电池热管理系统,其特征在于,所述的电池为圆柱形电池、矩形电池或软包电池。

3. 根据权利要求1所述的一种电池热管理系统,其特征在于,所述的电池组为若干电池通过平行或交错排布方式组成的电池组。

4. 根据权利要求1所述的一种电池热管理系统,其特征在于,所述的若干电池的电极通过点焊镍片或母排锁螺丝方式进行连接。

5. 根据权利要求1所述的一种电池热管理系统,其特征在于,所述的冷却管材质包括铜,氧化铝和不锈钢。

6. 一种用于电池热管理系统的相变乳液传热工质,其特征在于,所述的相变乳液传热工质以质量百分比计,包括:

5~30%的相变材料,0.5~10%的表面活性剂,0~5%的成核剂和55~94.5%的去离子水。

7. 根据权利要求6所述的相变乳液传热工质,其特征在于,所述相变材料为相变熔化温度为25~45℃的脂肪烃或脂肪醇;和/或所述相变材料的相变潜热为150~260 J/g。

8. 根据权利要求7所述的相变乳液传热工质,其特征在于,所述表面活性剂包括十二烷基苯磺酸钠、十二烷基硫酸钠、十六烷基三甲基溴化铵、聚乙二醇山梨糖醇月桂酸酯、聚氧乙烯脱水山梨醇单硬脂酸酯、聚氧乙烯山梨糖醇酐单油酸酯、失水山梨醇单月桂酸酯、失水山梨醇硬脂酸酯、油酸山梨醇酯、曲拉通X-100、聚乙烯醇和聚乙二醇中的一种或两种以上。

9. 根据权利要求7所述的相变乳液传热工质,其特征在于,所述成核剂包括纳米石墨粉,石墨烯,氧化石墨烯,碳纳米管,碳包镍,纳米铜,氧化铝,二氧化硅,熔点为50~80℃的石蜡和聚乙烯醇中的一种或两种以上。

10. 一种如权利要求6至9中任一项所述相变乳液传热工质的制备方法,其特征在于,包括步骤:

将以质量百分比计为0.5~10%表面活性剂加入55~94.5%去离子水中,50℃~70℃恒温水浴加热,在200~800 r/min条件下搅拌,得到第一混合溶液;

将以质量百分比计为5~30%相变材料和0~5%成核剂按一定比例混合,恒温水浴加热至温度高于相变材料熔点但低于80℃,在200~800 r/min条件下搅拌使其充分混合或熔化,得到第二混合溶液;

50℃~70℃恒温水浴条件下,将所述第二混合溶液加入到所述第一混合溶液中,再在功率300~1000 W条件下超声乳化3~30 min,制得相变乳液传热工质。

一种相变乳液传热工质及其制备方法和电池热管理系统

技术领域

[0001] 本发明涉及电池热管理技术领域,特别涉及一种相变乳液传热工质及其制备方法和采用所述相变乳液传热工质的电池热管理系统。

背景技术

[0002] 交通运输业作为“能源消耗大户”,在消耗大量化石燃料的同时还排放大量的温室气体,加剧温室效应。新能源汽车是降低石油消耗量,减少温室气体排放的有效途径之一。锂离子电池具有能量密度高、工作电压大、循环性能好等优点,是新能源汽车的主要动力源之一。然而,锂离子电池的性能受温度的影响很大,温度过高或过低会显著降低电池的有效容量和循环寿命。锂离子电池在发生碰撞,过充/放电等过程中会产生大量的热量,造成电池温度过高,降低电池的使用寿命。过高的温度甚至会引发电池内部严重的热失控,导致火灾、爆炸等安全问题。此外,电池组的温度一致性也是影响电池性能的关键因素。如果电池之前的温差过大,不同电池的反应速率、充电或放电速率差别也较大,部分电池的充电或放电过程可能会提前结束,导致电池组的容量不能完全充满或释放,从而降低了电池组的有效容量。为了预防上述的问题,需要对电池进行有效的热管理,保证电池高效、安全工作。目前电池热管理系统按照传热介质可以分四类:空气热管理、热管热管理和相变材料热管理和液体热管理。其中,液体热管理系统具有形状适应性好,对流换热系数高,电池组温度一致性相对较好等优点,近年来受到了人们的广泛关注。

[0003] 目前,液体热管理系统常用的传热工质是水,乙二醇水溶液和导热油等(CN102832425A、CN102881959A和CN205992580U)。其中,在公告号CN205992580U的实用新型专利中,提供了一种使用导热油进行热管理的电池组,通过导热油的对流作用平衡各电池的温度。但是系统所采用的传热流体是导热油,其存在储能密度低,导热系数低和粘度较大等问题,散热效果十分有限,这都限制了其实际应用。这些液体工质在换热过程中完全以显热形式传导热量,与电池换热吸收热量后,其自身温度逐渐升高,且电池发热量越大,相同流量下液体工质的温升也越高。由于液体工质温度变化大导致电池组之间的温度一致性下降,从而影响了电池组的性能。

发明内容

[0004] 针对以上技术的一个或多个问题,本发明提供了一种相变乳液传热工质的制备方法及其电池热管理系统。

[0005] 为实现上述发明目的,本发明采用如下技术方案:

一种电池热管理系统,包括由若干电池组成的电池组,电池单体之间缝隙内设置有冷却管,所述冷却管内设置有强制对流的相变乳液传热工质。

[0006] 优选的,所述的电池为圆柱形电池、矩形电池或软包电池。

[0007] 优选的,所述的电池组为若干电池通过平行或交错排布方式组成的电池组。

[0008] 优选的,所述的若干电池的电极通过点焊镍片或母排锁螺丝方式进行连接。

[0009] 优选的,所述的冷却管材质包括铜,氧化铝和不锈钢。

[0010] 一种用于电池热管理系统的相变乳液传热工质,所述的相变乳液传热工质以质量百分比计,包括:

5~30%的相变材料,0.5~10%的表面活性剂,0~5%的成核剂和55~94.5%的去离子水。

[0011] 优选的,所述相变材料为相变熔化温度为25~45℃的脂肪烃或脂肪醇;和/或所述相变材料的相变潜热为150~260 J/g。包括熔点为25~45℃的石蜡,比如德国RUBITHERM生产的石蜡(相变温度为28,31,35,42与44℃)中的至少一种。

[0012] 优选的,所述表面活性剂包括十二烷基苯磺酸钠(SDBS)、十二烷基硫酸钠(SDS)、十六烷基三甲基溴化铵(CTAB)、聚乙二醇山梨糖醇月桂酸酯(Tween 20)、聚氧乙烯脱水山梨醇单硬脂酸酯(Tween 60)、聚氧乙烯山梨糖醇酐单油酸酯(Tween 80)、失水山梨醇单月桂酸酯(Span 20)、失水山梨醇硬脂酸酯(Span 60)、油酸山梨醇酯(Span 80)、曲拉通X-100(Triton X-100)、聚乙烯醇(PVA)和聚乙二醇(PEG)中的一种或两种以上。

[0013] 优选的,所述成核剂包括纳米石墨粉,石墨烯,氧化石墨烯,碳纳米管,碳包镍,纳米铜,氧化铝,二氧化硅,熔点为50~80℃的石蜡和聚乙烯醇(PVA)中的一种或两种以上。

[0014] 一种如所述相变乳液传热工质的制备方法,包括步骤:

将以质量百分比计为0.5~10%表面活性剂(一种或两种以上)加入55~94.5%去离子水中,50℃~70℃恒温水浴加热,在200~800 r/min条件下搅拌,得到第一混合溶液;

将以质量百分比计为5~30%相变材料(一种或两种以上)和0~5%成核剂按一定比例混合,恒温水浴加热至温度高于相变材料熔点但低于80℃,在200~800 r/min条件下搅拌使其充分混合或熔化,得到第二混合溶液;

50℃~70℃恒温水浴条件下,将所述第二混合溶液加入到所述第一混合溶液中,再在功率300~1000 W条件下超声乳化3~30 min,制得相变乳液传热工质。

[0015] 相对现有技术,本发明的具有以下优点及有益效果:

相变乳液作为液体传热工质,其特点是温度高于相变材料的相变温度时,相变材料发生固-液相变,这种相变过程具有相变温度恒定、相变潜热大的优点,能显著地提高传热流体的有效比热容。根据对流传热原理,比热容的提高,在相同操作条件下,相变乳液工质的传热性能显著优于水和导热油以显热形式存储热量的传热流体。此外,对电池进行热管理时,高储能密度的相变乳液传热工质吸收电池释放的热量是以潜热的形式存储,对比传统液体工质,相变乳液传热工质吸收热量后温度变化很小,使得电池组之间的温差也减小。因此,采用相变乳液传热工质,既能有效强化传热,提高电池的散热能力,又能改善电池组的温度一致性,从而实现了对电池组的温度高效调控,提高电池性能和可靠性。

附图说明

[0016] 图1是本发明实施例1的应用相变乳液传热工质的电池热管理系统的结构示意图。

[0017] 图2为实施例2所得相变乳液传热工质的差示扫描量热(DSC)曲线。

[0018] 图3为实施例2所得相变乳液传热工质的粒径分布示意图。

[0019] 图4为实施例2所得相变乳液传热工质和水分别作为冷却液时,电池组的最大温差随放电倍率的变化图。

[0020] 附图中的标记为:1-电池,2-冷却管,3-相变乳液传热工质。

具体实施方式

[0021] 下面通过具体实施例对本发明作进一步详细的描述,但本发明的实施方式不限于此。

[0022] 实施例1

如图1所示,一种电池热管理系统,包括由20个锂离子的电池1组成的电池组,电池单体之间缝隙内设置有内径为4 mm的氧化铝的冷却管2,所述冷却管2内设置有强制对流的相变乳液传热工质3。

[0023] 所述的电池为圆柱形电池、矩形电池或软包电池。

[0024] 所述的电池组为若干电池通过平行或交错排布方式组成的电池组。

[0025] 本实施例中20个锂离子电池通过点焊镍片连接组成电池组。

[0026] 相同操作条件下,相变乳液工质的传热性能显著优于导热油、水等以显热形式存储热量的传热流体。此外,对电池进行热管理时,高储能密度的相变乳液传热工质吸收电池释放的热量是以潜热的形式存储,对比传统液体工质,相变乳液传热工质吸收热量后温度变化很小,使得电池组之间的温差也减小。因此,采用相变乳液传热工质,既能有效强化传热,提高电池的散热能力,又能改善电池组的温度一致性,从而实现对电池组的温度高效调控,提高电池性能和可靠性。

[0027] 实施例2

一种相变乳液传热工质的制备方法,包括步骤:

将质量百分比为2% 的十二烷基苯磺酸钠(SDBS)加入质量百分比为88%的去离子水溶解,在50℃恒温水浴下,磁力搅拌300 r/min搅拌均匀,得到十二烷基苯磺酸钠(SDBS)水溶液;将质量百分比10%的 OP28E相变材料恒温水浴加热到50℃融化成液态相变材料,再将其加入到所述十二烷基苯磺酸钠(SDBS)水溶液中,在功率1000 W条件下超声乳化3 min,即得到质量分数为10%的OP28E/水相变乳液传热工质。

[0028] 图2为实施例2得到的OP28E/水相变乳液的DSC曲线。该相变乳液的相变温度为26.2℃,相变焓为21.6 J/g。

[0029] 图3为实施例2得到的OP28E/水相变乳液的粒径分布示意图。该相变乳液的粒径分布呈单峰,平均粒径为180.9 nm。

[0030] 将本实施例制备的OP28E/水相变乳液传热工质注入实施例1内径为4 mm的氧化铝冷却管内,OP28E/水相变乳液传热工质和水分别在冷却管内部强制对流,同时记录不同放电倍率下电池组的最高温度和最大温差随放电时间变化曲线。图4是冷却液体积流量为200 mL/min时,电池组的最大温差随放电倍率的变化。不同放电倍率条件下,应用相变乳液传热工质作为冷却液的电池组的最大温差均小于应用水作为冷却液的电池组的最大温差。放电倍率为2C时,相对于使用水作为冷却液的电池组,以质量分数为10%的OP28E/水相变乳液传热工质作为冷却液时电池组的最大温差为3.3℃,最大温差降低了0.8℃。

[0031] 本实施例中的OP28E/水相变乳液传热工质的储能密度大,相变乳液传热工质吸收热量后温度变化很小,使得电池组之间的温差也减小。因此,采用相变乳液传热工质,既能有效强化传热,提高电池的散热能力,又能改善电池组的温度一致性,从而实现对电池组的温度高效调控,提高电池性能和可靠性。

[0032] 实施例3

一种相变乳液传热工质的制备方法,包括步骤:

将质量百分比为4%的十二烷基苯磺酸钠(SDBS)加入质量百分比为76%的去离子水,在50℃恒温水浴下,磁力搅拌300 r/min搅拌均匀,得到十二烷基苯磺酸钠(SDBS)水溶液;将20%的OP28E相变材料恒温水浴加热到50℃融化成液态相变材料,再将其加入到十二烷基苯磺酸钠(SDBS)水溶液中,在功率760 W条件下超声10 min,即得到质量分数为20%的OP28E/水相变乳液传热工质。

[0033] 上述所得到的OP28E/水相变乳液传热工质经DSC测定,其相变温度为26.2℃,相变焓为44.1 J/g;经马尔文纳米粒度分析仪的测定,OP28E/水相变乳液传热工质的粒径约为191.4 nm。放电倍率为2C时,相对于使用水作为冷却液的电池组,以质量分数为20%的OP28E/水相变乳液传热工质作为冷却液时电池组的最大温差为2.5℃,最大温差降低了1.6℃,说明OP28E/水相变乳液传热工质既能有效强化电池热管理系统的散热能力,又能改善电池组的温度一致性,从而实现对电池组的温度高效调控,提高电池性能和可靠性。

[0034] 实施例4

一种相变乳液传热工质的制备方法,包括步骤:

将质量百分比为0.8%的聚氧乙烯脱水山梨醇单硬脂酸酯(Tween 60)、质量百分比为1.1%的失水山梨醇硬脂酸酯(Span 60)和0.1%的聚乙烯醇(PVA)加入质量百分比为88%的去离子水中,在70℃恒温水浴下,磁力搅拌300 r/min搅拌均匀,得到混合表面活性剂水溶液;将质量百分比为10%的OP35E相变材料恒温水浴加热到70℃融化成液态相变材料,再将其加入到混合表面活性剂水溶液中,在功率650 W条件下超声乳化10 min,即得到质量分数为10%的OP35E/水相变乳液传热工质。

[0035] 上述所得到的OP35E/水相变乳液传热工质经DSC测定,其相变温度为32.8℃,相变焓为22.3 J/g;经马尔文纳米粒度分析仪的测定,OP35E/水相变乳液传热工质的粒径约为232.5 nm。放电倍率为2C时,相对于使用水作为冷却液的电池组,以质量分数为10%的OP35E/水相变乳液传热工质作为冷却液时电池组的最大温差为3.0℃,最大温差降低了0.9℃,说明OP35E/水相变乳液传热工质既能有效强化电池热管理系统的散热能力,又能改善电池组的温度一致性,从而实现对电池组的温度高效调控,提高电池性能和可靠性。

[0036] 实施例5

一种相变乳液传热工质的制备方法,包括步骤:

将质量百分比为4%的十二烷基硫酸钠(SDS)加入质量百分比为74%的去离子水中,在70℃恒温水浴下,磁力搅拌300 r/min搅拌均匀,得到十二烷基硫酸钠(SDS)水溶液;将质量百分比为20%的OP44E相变材料和2%的纳米石墨粉在70℃恒温水浴条件下,磁力搅拌600 r/min搅拌均匀,得到含纳米石墨粉的液态相变材料,再将其加入到十二烷基硫酸钠(SDS)水溶液中,在功率760 W条件下超声乳化30 min,即得到质量分数为20%的OP44E/水相变乳液传热工质。

[0037] 上述所得到的OP44E/水相变乳液传热工质经DSC测定,其相变温度为39.2℃,相变焓为48.6J/g;经马尔文纳米粒度分析仪的测定,OP44E/水相变乳液传热工质的粒径约为176.4nm。放电倍率为2C时,相对于使用水作为冷却液的电池组,以质量分数为20%的OP44E/水相变乳液传热工质作为冷却液时电池组的最大温差为1.8℃,最大温差降低了1.6℃,说明OP44E/水相变乳液传热工质既能有效强化电池热管理系统的散热能力,又能改善电池组

的温度一致性,从而实现对电池组的温度高效调控,提高电池性能和可靠性。

[0038] 实施案例6

一种相变乳液传热工质的制备方法,包括步骤:

将质量百分比为1.0%的十六烷基三甲基溴化铵(CTAB)、质量百分比为1.0%十二烷基苯磺酸钠(SDBS)和质量百分比为0.1%的氧化石墨烯加入质量百分比为87.9%的去离子水中,在70℃恒温水浴和功率为400 W条件下,超声5 min,得到含氧化石墨烯的混合表面活性剂水溶液;将质量百分比为10%的正十八烷相变材料和在70℃恒温水浴条件下熔化成液态相变材料,再将其加入到含氧化石墨烯的混合表面活性剂水溶液,在功率760 W条件下超声乳化10 min,即得到质量分数为10%的正十八烷/水相变乳液传热工质。

[0039] 上述所得到的正十八烷/水相变乳液传热工质经DSC测定,其相变温度为27.8℃,相变焓为48.3 J/g;经马尔文纳米粒度分析仪的测定,正十八烷/水相变乳液传热工质的粒径约为196.7 nm。放电倍率为2C时,相对于使用水作为冷却液的电池组,以质量分数为10%的正十八烷/水相变乳液传热工质作为冷却液时电池组的最大温差为2.7℃,最大温差降低了1.4℃,说明正十八烷/水相变乳液传热工质既能有效强化电池热管理系统的散热能力,又能改善电池组的温度一致性,从而实现对电池组的温度高效调控,提高电池性能和可靠性。

[0040] 实施案例7

一种相变乳液传热工质的制备方法,包括步骤:

将质量百分比为1.5%的聚氧乙烯山梨糖醇酐单油酸酯(Tween 80)、质量百分比为2.5%油酸山梨醇酯(Span 80)加入质量百分比为75.4%的去离子水溶解,在70℃恒温水浴下,磁力搅拌300 r/min搅拌均匀,得到混合表面活性剂水溶液;将质量百分比为20%的正二十烷相变材料和0.6%的碳纳米管在70℃恒温水浴条件下,磁力搅拌600 r/min搅拌均匀,得到含碳纳米管的液态正二十烷相变材料,再将其加入混合表面活性剂水溶液中,在功率800 W条件下超声乳化10 min,即得到质量分数为20%的正二十烷/水相变乳液传热工质。

[0041] 上述所得到的正二十烷/水相变乳液传热工质经DSC测定,其相变温度为36.5℃,相变焓为49.1 J/g;经马尔文纳米粒度分析仪的测定,正二十烷/水相变乳液传热工质的粒径约为208.4 nm。放电倍率为2C时,相对于使用水作为冷却液的电池组,以质量分数为20%的正二十烷/水相变乳液传热工质作为冷却液时电池组的最大温差为2.0℃,最大温差降低了1.4℃,说明正二十烷/水相变乳液传热工质既能有效强化电池热管理系统的散热能力,又能改善电池组的温度一致性,从而实现对电池组的温度高效调控,提高电池性能和可靠性。

[0042] 实施案例8

将质量百分比为2%的聚乙烯醇(PVA)和2%的聚乙二醇600(PEG 600)加入质量百分比为74%的去离子水中,在80℃恒温水浴下,磁力搅拌500 r/min搅拌均匀,得到混合表面活性剂水溶液;将质量百分比为20%的正十四醇相变材料恒温水浴加热到80℃熔化成液态相变材料,再将其加入到混合表面活性剂水溶液中,在功率800 W条件下超声乳化10 min,即得到质量分数为20%的正十四醇/水相变乳液传热工质。

[0043] 上述所得到的正十四醇/水相变乳液传热工质经DSC测定,其相变温度为36.9℃,相变焓为43.8 J/g;经马尔文纳米粒度分析仪的测定,正十四醇/水相变乳液传热工质的粒

径约为381.6 nm。放电倍率为2C时,相对于使用水作为冷却液的电池组,以质量分数为20%的正十四醇/水相变乳液传热工质作为冷却液时电池组的最大温差为2.3℃,最大温差降低了1.2℃,说明正十四醇/水相变乳液传热工质既能有效强化电池热管理系统的散热能力,又能改善电池组的温度一致性,从而实现对电池组的温度高效调控,提高电池性能和可靠性。

[0044] 上述实施例只是用于帮助理解本发明的方法及其核心思想,但本发明的实施方式并不受上述实施例的限制,其他的任何未背离本发明的精神实质与原理下所作的改变、修饰、替代、组合、简化,均应为等效的置换方式,都包含在本发明的保护范围之内。

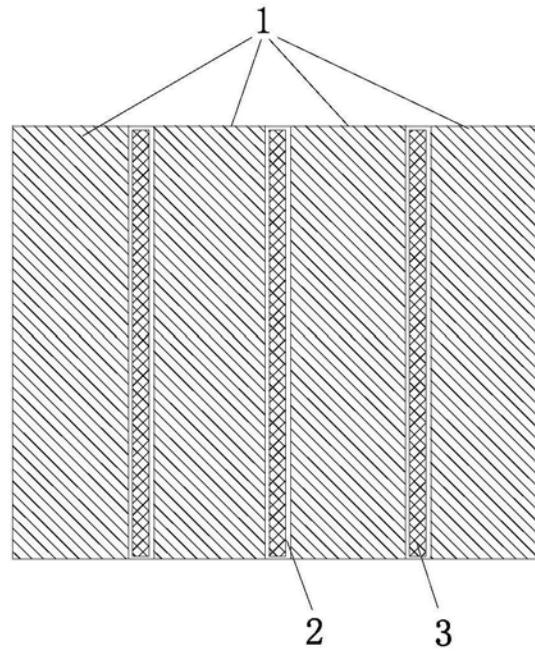


图1

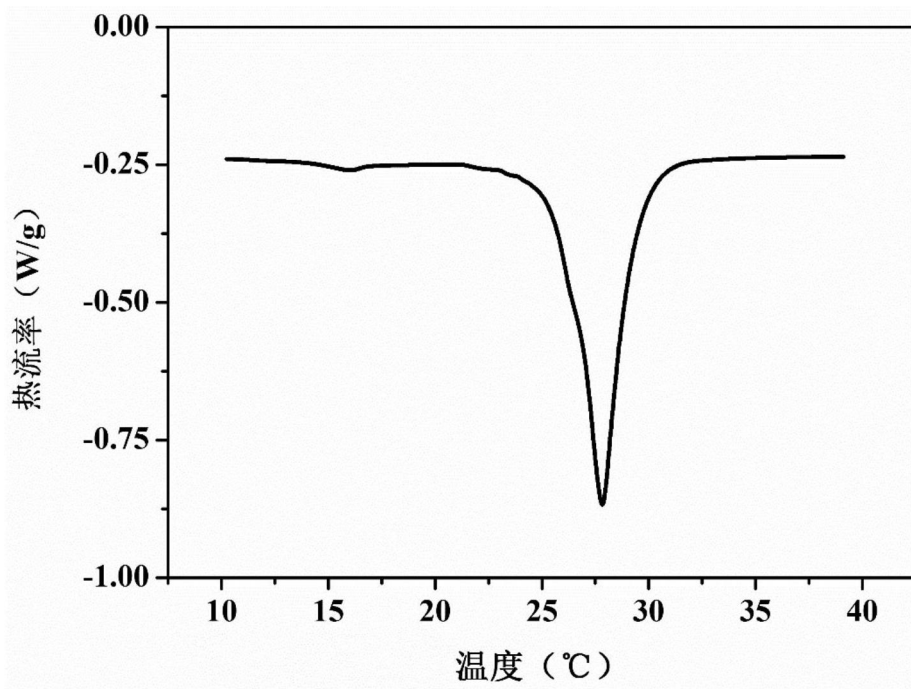


图2

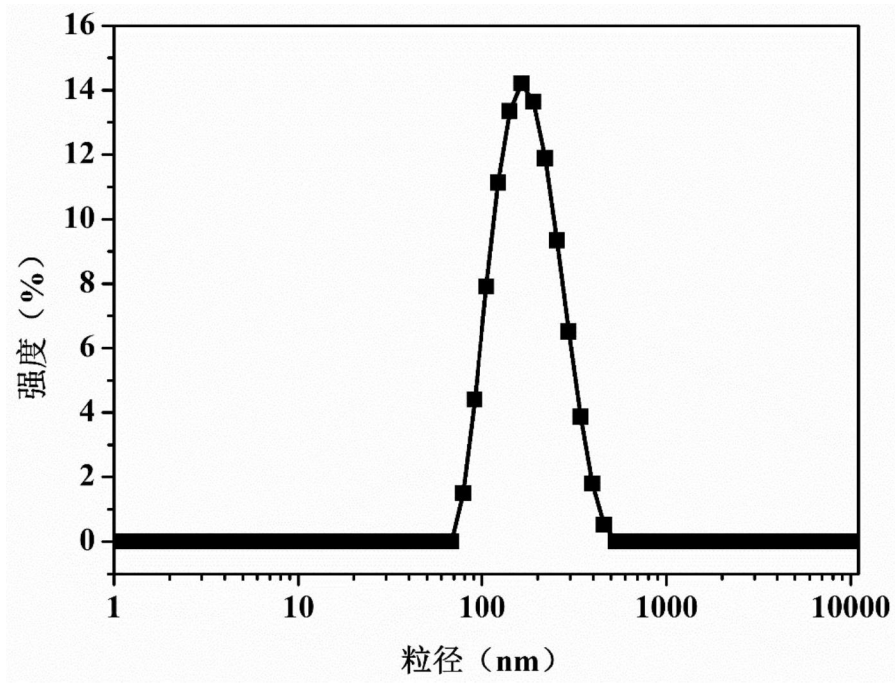


图3

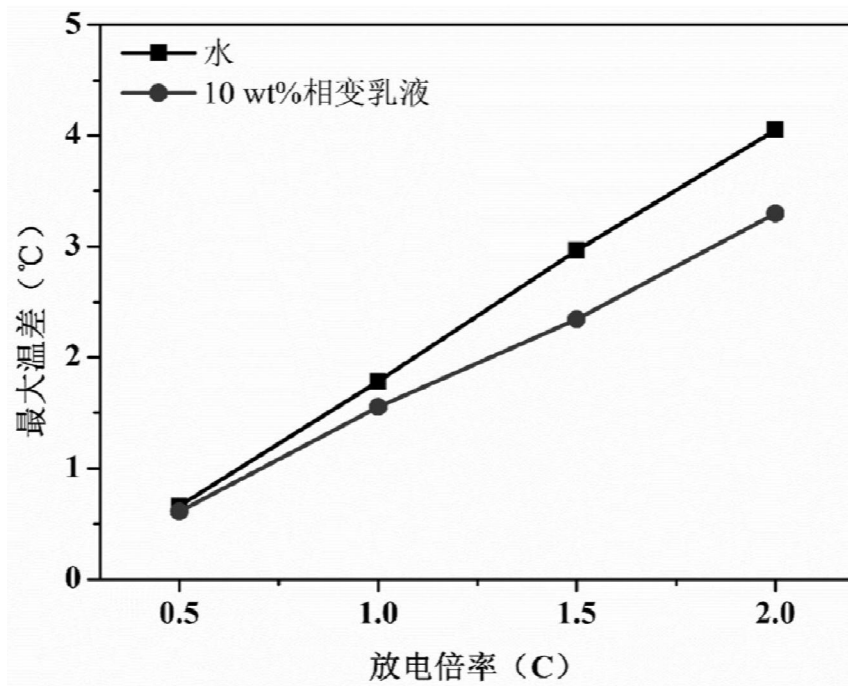


图4