



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 111834698 A

(43) 申请公布日 2020.10.27

(21) 申请号 202010684569.X

H01M 10/643 (2014.01)

(22) 申请日 2020.07.16

H01M 10/6551 (2014.01)

(71) 申请人 上海海事大学

H01M 10/6572 (2014.01)

地址 201306 上海市浦东新区临港新城海  
港大道1550号

H01M 10/6571 (2014.01)

H01M 10/659 (2014.01)

H01M 10/6554 (2014.01)

(72) 发明人 邹霖庚 章学来 林祥伟 徐佳艺  
杨迈

H01M 10/6556 (2014.01)

H01M 10/6567 (2014.01)

(74) 专利代理机构 上海互顺专利代理事务所  
(普通合伙) 31332

H01M 10/653 (2014.01)

H01M 10/6563 (2014.01)

代理人 成秋丽

(51) Int. Cl.

H01M 10/613 (2014.01)

H01M 10/615 (2014.01)

H01M 10/617 (2014.01)

H01M 10/625 (2014.01)

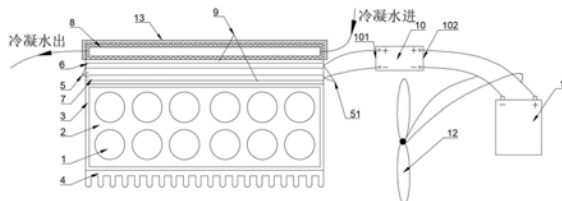
权利要求书1页 说明书5页 附图5页

(54) 发明名称

一种基于温差发电耦合PCM-翅片-空冷电池  
热管理系统

(57) 摘要

本发明公开了一种基于温差发电耦合PCM-翅片-空冷电池热管理系统,包括主动空气冷却系统和PCM电池热管理模块和散热翅片,其中PCM电池热管理模块由模组外壳、电池模块和相变材料构成;所述主动空气冷却系统包括温差发电模块、升压稳压模块、蓄电池和散热风扇。本发明系统结构紧凑,适应高倍率放电工况和低温工况,在保证电池温度均匀性的前提下,减少能耗,并有效解决了空冷、液冷和纯PCM热管理的弊端,同时延长了相变材料在循环充放电条件下的使用周期,提高电池的使用寿命,具有良好的应用前景。



1. 一种基于温差发电耦合PCM-翅片-空冷电池热管理系统,其特征在于:包括主动空气冷却系统和PCM电池热管理模块和散热翅片,PCM电池热管理模块由封装模具、电池模块和相变材料构成,主动空气冷却系统包括温差发电模块、升压稳压模块、蓄电池和散热风扇:所述封装模具由PTC加热板组合构成,电池模块布置在PTC加热板内部;所述相变材料填充在PTC加热板与电池模块之间;所述散热翅片设置于PTC加热板下部紧密接触换热;所述温差发电模块的冷端与冷凝水槽紧密接触换热;所述温差发电模块的热端与且PTC加热板上部紧密接触换热,在接触界面都填充具有高导热系数的导热硅脂以减少接触热阻;所述冷凝水槽一端连接汽车空调冷凝水排水口,另一端连接冷凝水排出口;所述冷凝水管连接采用下进上出连接方式;所述冷凝水槽除与温差发电模块冷端接触部分都加装保温层;所述保温层位于冷凝水槽外侧;所述冷凝水槽材质为铜;所述相变材料为低沸点相变材料,相变温度处于电池最佳工作温度范围内 $30\sim 50^{\circ}\text{C}$ ;所述相变材料为 $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O} + 2\% \text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O} + 1\% \text{黄原胶} + 0.2\% \alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 复合相变储能材料,相变温度为 $37^{\circ}\text{C}$ 。

2. 根据权利要求1所述的基于温差发电耦合PCM-翅片-空冷电池热管理系统,其特征在于:所述保温层的保温材料包括但不限于:聚氨酯泡沫、超细玻璃棉毡、管矿渣棉、膨胀珍珠岩、A级硅藻体制品、B级硅藻体制品中的一种或多种。

3. 根据权利要求1所述的基于温差发电耦合PCM-翅片-空冷电池热管理系统,其特征在于:所述温差发电模块包括多个串联连接的半导体温差发电片。

4. 根据权利要求1所述的基于温差发电耦合PCM-翅片-空冷电池热管理系统,其特征在于:所述升压稳压模块输入端与温差发电模块的输出端相连;所述蓄电池与升压稳压模块输出端相连;所述散热风扇与蓄电池相连。

## 一种基于温差发电耦合PCM-翅片-空冷电池热管理系统

### 技术领域：

[0001] 本发明属于电动汽车电池热管理领域，特别涉及一种基于温差发电耦合PCM-翅片-空冷电池热管理系统。

### 背景技术：

[0002] 随着新能源汽车的快速发展，高能量密度、稳定续航和快速充放电能力是动力电池组的重要发展方向之一。汽车电池经常处于十分恶劣的工作环境中，电池温度过高或过低都会极大影响电池工作效率、使用寿命和安全性。为了保证电池组正常运行，采用电池热管理系统将锂电池的温度控制在安全范围内具有重要意义。

[0003] 目前常见的电池热管理冷却方式有空气冷却、液体冷却和纯相变材料(PCM)冷却。然而，单一冷却方式的热管理系统存在明显缺点。采用空气冷却的电池组散热速率较低，而且存在较大的温度梯度。液体冷却结构复杂，功耗较大，存在液体泄漏风险。PCM冷却消耗较低功率就能控制电池组温度，并且散热更加均匀。但在高温天气或连续充电/放电循环时纯PCM冷却不能及时散热，一旦完全融化，则不能继续冷却电池。因此，设计一种与PCM耦合的复合冷却系统，既能维持电池组的最高温度和温度均匀性温度，又能减少功率消耗至关重要。

### 发明内容

[0004] 本发明的描述中，需要理解的是，指示的方位或位置关系的属于为基于附图所示的方位或位置关系，仅是为了便于描述本发明和简化描述，而不是指示或暗示所指的装置原件必须具有的特定方位、以特定的方位构造和操作，此处所描述的具体实施例仅用以解释本发明，并不用于限定本发明。

[0005] 本发明的目的在于克服上述现有技术的缺点，并针对夏季电动汽车电池散热不均匀不及时以及夏季车载空调冷凝水浪费问题，提出一种基于温差发电耦合PCM-翅片-空冷电池热管理系统，延长了相变材料的相变时长，保证电池温度均匀性，结构紧凑、减少能耗、相变储热效果好。

[0006] 为了达到上述技术目的，本发明采用以下技术方案予以实现：

[0007] 一种基于温差发电耦合PCM-翅片-空冷电池热管理系统，包括主动空气冷却系统和PCM电池热管理模块，其中PCM电池热管理模块由封装模具(PTC加热板)、电池模块和相变材料构成，所述相变材料放置于封装模具(PTC加热板)中。主动空气冷却系统包括温差发电模块、升压稳压模块、蓄电池和散热风扇，所述升压稳压模块的输入端与温差发电模块输出端相连，所述蓄电池与升压稳压模块输出端相连，所述散热风扇与蓄电池相连，所述温差发电模块冷端与冷凝水槽紧密贴合接触换热，温差发电模块热端与PCM电池热管理模块后侧紧密贴合接触换热，且在接触界面填充具有高导热系数的导热硅脂以减少接触热阻。所述冷凝水槽除与温差发电模块冷端接触部分都加装保温层；所述保温层位于冷凝水槽外侧。

[0008] 本发明的一种实现方式中，所述封装模具通过PTC加热器组装构成，不仅可以对相

变材料起到封装作用,而且可以在冬季环境温度较低时对相变材料进行加热,从而对电池预热,解决电池在低温启动带来的危害。

[0009] 本发明的一种实现方式中,所述翅片与PCM电池热管理模块前侧相贴合。

[0010] 本发明的一种实现方式中,所述相变材料为 $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O} + 2\% \text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O} + 1\% \text{黄原胶} + 0.2\% \alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 复合相变储能材料(复合DSP),相变温度为 $37^\circ\text{C}$ ,相变潜热 $272\text{kJ/kg}$ ,导热系数 $2.054\text{W/m} \cdot \text{K}$ 。

[0011] 本发明的一种实现方式中,不仅包括夏季强化电池散热功能,还包括冬季对的电池低温预热功能。

[0012] 本发明采用温差发电模块耦合PCM对电池进行一次冷却,同时利用散热翅片以及温差发电模块带动散热风扇对电池进行二次冷却,缓解了电池充放电过程中散热不均匀以及散热不及时的问题,提高了电池的使用寿命。与现有技术相比,本发明基于温差发电耦合PCM-翅片-空冷电池热管理系统,具有以下有益效果:

[0013] 1.设计了一种PCM-翅片-空气冷却复合电池热管理系统具有良好的冷却性能和循环稳定性,在夏季不仅提高了电池组的冷却效果,强化电池散热,还延长了相变材料在循环充放电条件下的使用周期。

[0014] 2.该热管理系统主要由相变材料模块,温差发电模板和翅片组成,结构简单,维护方便。同时外置散热风扇,利用翅片加强散热能力。

[0015] 3.该系统在一定程度上可以缓解电池充放电过程中散热不均匀以及散热不及时的问题,提高了电池的使用寿命。

[0016] 4.解决了相变材料吸热和散热过程中存在的数量和时间差异性的问题。

[0017] 5.利用电池废热和冷凝水冷量进行温差发电,避免直接利用电池供电,减少了电池电量的消耗,不仅可以减少能源的浪费,而且提高了能源利用效率。

[0018] 6.加装的PTC加热板不仅可以作为相变材料的封装模具,还可以在冬季对相变材料加热,从而使电池在低温下预热,防止电池在低温启动对电池的损害。

## 附图说明

[0019] 图1是本发明提供的无相变材料、纯相变材料以及本发明系统电池温度变化示意图;

[0020] 图2是本发明中一种基于温差发电耦合PCM-翅片-空冷电池热管理系统示意图;

[0021] 图3是本发明PCM电池热管理模块结构示意图;

[0022] 图4是冷凝水槽与保温层示意图;

[0023] 图5是2C放电/1C充电循环的电池最高温度仿真示意图;

[0024] 图6是3C放电/1C充电循环的电池最高温度仿真示意图;

[0025] 图7是2C放电/1C充电循环相变材料液相率变化仿真示意图;

[0026] 图8是3C放电/1C充电循环相变材料液相率变化仿真示意图;

[0027] 图9是纯DSP与复合DSP样品的DSC测试曲线示意图。

[0028] 附图标记说明:

[0029] 图中1-电池模块;2-相变材料;3-PTC加热板(封装模具);4-散热翅片;5-温差发电模块;51-温差发电模块输出端;6-冷端;7-热端;8-冷凝水槽;9-导热硅脂;10-升压稳压模

块;101-升压稳压模块输入端;102-升压稳压模块输出端;11-蓄电池;12-散热风扇;13-保温层。

### 具体实施方式

[0030] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本发明做进行进一步详细说明。

[0031] 本发明的描述中,需要理解的是,指示的方位或位置关系的属于为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置原件必须具有的特定方位、以特定的方位构造和操作,此处所描述的具体实施例仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0032] 相变材料(PCM)在一定温度范围内具有改变其物理状态的能力。以固-液相变材料为例,在吸热或主动加热到熔化温度时,相变材料就会发生从固态到液态的相变,熔化的过程中,相变材料吸收并储存大量的潜热;当相变材料冷却时,储存的热量在一定的温度范围内要散发到环境中去,进行从液态到固态的逆相变。在这两种相变过程中,所储存或释放的能量称为相变潜热。当物理状态发生改变时,材料自身的温度在相变完成前几乎维持不变,形成一个宽的温度平台,虽然温度不变,但吸收或释放的潜热却相当大。

[0033] 有效的电动汽车电池热管理系统主要是保持电池温度的一致性以及均匀性;温度过高时要及时有效的散热;低温条件是需要快速加热。相关研究表明电池的最佳工作温区为30~50℃,单体电池间的最大温差在2~3℃就可以满足电池的散热需求,而对于电池模块,最大温差在5℃左右将会有利于提高模块的性能和电池的寿命。

[0034] 实施例一、

[0035] 图1为无相变材料、纯相变材料以及本发明系统电池温度变化示意图,具有相变材料时,电池模块1能在一段时间内维持恒温,是电池模块1的温度处于线性平稳上升,一定程度延长了电池的使用寿命。然而,在高温天气或高倍率连续充电/放电循环时纯PCM冷却不能及时散热,一旦PCM完全融化,则不能继续冷却电池,同时循环过程中热量堆积还可能损害电池。如图1所示,本发明的PCM-翅片-空冷电池热管理系统可以进一步延长相变材料的相变时长,有效缓解了电池散热过程中不均匀以及不及时的问题,大大提高了电池的使用寿命。

[0036] 如图2所示,一种基于温差发电耦合PCM-翅片-空冷电池热管理系统,包括主动空气冷却系统和PCM电池热管理模块和散热翅片4,其中PCM电池热管理模块由封装模具(PTC加热板3)、电池模块1和相变材料2构成,主动空气冷却系统包括温差发电模块5、升压稳压模块10、蓄电池11和散热风扇12,所述升压稳压模块输入端101与温差发电模块的输出端51相连,所述蓄电池11与升压稳压模块输出端102相连,所述散热风扇12与蓄电池11相连。所述相变材料2为低沸点相变材料,相变温度处于电池最佳工作温度范围30~50℃内。当周围环境温度降低时,相变材料可以起到蓄热保温的作用,当电池温度过高时,相变材料剧烈相变冷却电池模块1。所述温差发电模块冷端6与冷凝水槽8紧密贴合接触换热,热端7与PCM电池热管理模块后侧紧密贴合接触换热,且在接触界面填充具有高导热系数的导热硅脂9以减少接触热阻。所述冷凝水槽8分别连接冷凝水进和冷凝水出;所述冷凝水槽8除与温差发电模块冷端6接触部分都加装保温层13;所述保温层13位于冷凝水槽8外侧。所述相变材料2

为 $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O} + 2\% \text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O} + 1\% \text{黄原胶} + 0.2\% \alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 复合相变储能材料(复合DSP);所述相变材料2相变温度为 $37^\circ\text{C}$ ,相变潜热 $272\text{kJ/kg}$ ,导热系数 $2.054\text{W/m}\cdot\text{K}$ ;如图9所示,为纯 $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ (DSP)与 $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O} + 2\% \text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O} + 1\% \text{黄原胶} + 0.2\% \alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 复合相变储能材料(复合DSP)的DSC测试曲线示意图。

[0037] 实施例二、

[0038] 上述实施例一的系统可以实现一种基于温差发电耦合PCM-翅片-空冷电池热管理方法,具体如下:

[0039] 如图4所示,整个电池模块1被相变材料2包围,电池模块1放电时产生的热量传导至相变材料2,相变材料吸收热量发生相变,从而使电池温度降低,同时热量以相变热的形式储存在相变材料中,并配合二次散热措施温差发电模块5、散热翅片4和散热风扇12,可以有效地控制电池温度的急剧上升,缩短电池处于高温的时间,有效防止了电池热管理失控,提高电池的使用寿命。

[0040] 优选的,如图2所示,散热阶段时,具体包括两个步骤:首先,相变材料2吸收电池模块1放电时产生的热量,降低电池的温度,相变材料储存热量。然后,当电池模块1不断产热,相变材料温度开始上升,热量通过导热硅脂9传递到温差发电模块5热端7,同时汽车空调冷凝水储存在冷凝水槽8中,并将冷量通过导热硅脂传递到温差发电模块5冷端6。驱动温差发电模块5发电,所发电量储存在蓄电池11中,进而带动散热风扇12对电池模块1以及相变材料2进行强制对流换热冷却,同时散热翅片4进一步强化相变材料2的冷却,最终可以达到延长相变材料2相变时长的目的。如图3所示,整个冷凝水槽8外侧加装保温层13,有效减少冷凝水冷量的散失;同时冷凝水进出水方式采用下进上出方式,可以保证冷凝水槽8蓄存冷量,维持温差发电模块冷端6温度。

[0041] 优选的,如图4所示,加热阶段时,处于冬季环境低温或电池温度低于正常工作温度时,相变材料2热量散尽后,启动PTC加热板3加热相变材料2使其相变吸收热量并储存热量,相变后的相变材料2将热量传递给电池模块1,使电池温度均匀上升,有效防止电池在低温启动对电池带来的损害。

[0042] PTC加热板3采用PTC陶瓷发热元件与铝管组成。该类型的PTC发热体有热阻小、换热效率高的优点,是一种自动恒温、省电的电加热装置。

[0043] 图5、图6为一种基于温差发电耦合PCM-翅片-空冷电池热管理系统在2C放电/1C充电、3C放电/1C充电循环过程中电池最高温度仿真示意图,仿真结果表明,复合冷却在4次3C放电/1C充电循环中展现出良好的冷却性能和循环稳定性。

[0044] 图7、图8为一种基于温差发电耦合PCM-翅片-空冷电池热管理系统在2C放电/1C充电、3C放电/1C充电循环相变材料液相率变化仿真示意图,仿真结果表明,复合冷却有效延长了相变材料在循环充放电条件下的使用周期。

[0045] 所述复合冷却为本发明基于温差发电耦合PCM-翅片-空冷电池热管理系统。

[0046] 需要注意的是,本发明中的PTC加热板3仅在冬季低温环境或电池温度低于正常工作温度时才启动,其他时间始终处于关闭状态。

[0047] 注意,上述仅为本发明的较佳实施例及所运用的技术原理。本领域技术人员会理解,本发明不限于这里所述的特定实施例,对本领域技术人员来说能够进行各种明显的变化、重新调整和替代而不会脱离本发明的保护范围。因此,虽然通过以上实施例对本发明进

行了较为详细的说明,但是本发明不仅仅限于以上实施例,在不脱离本发明构思的情况下,还可以包括更多其他等效实施例,而本发明的范围由所附的权利要求范围决定。

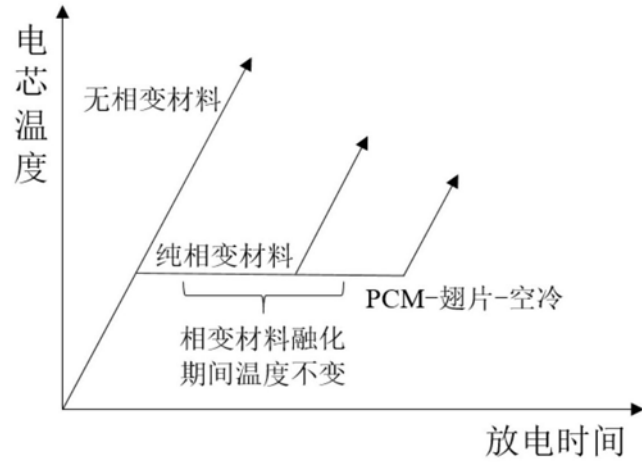


图1

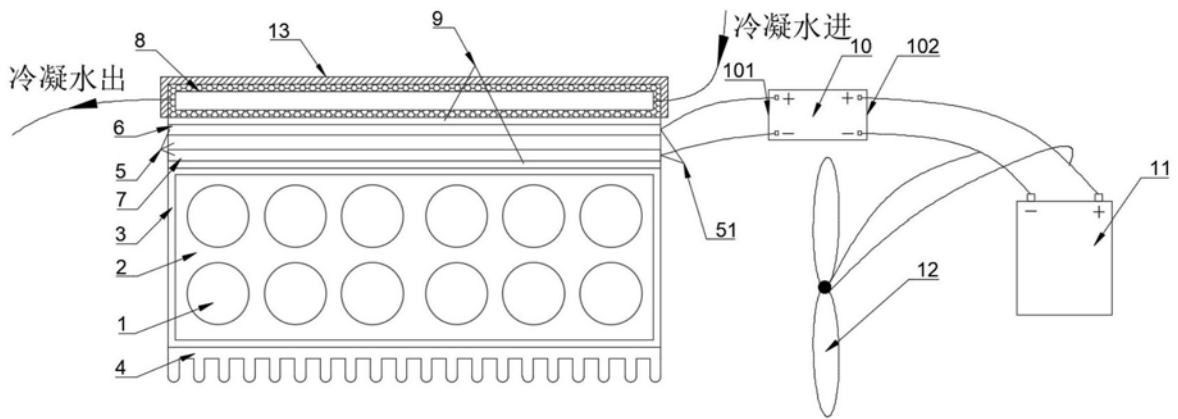


图2



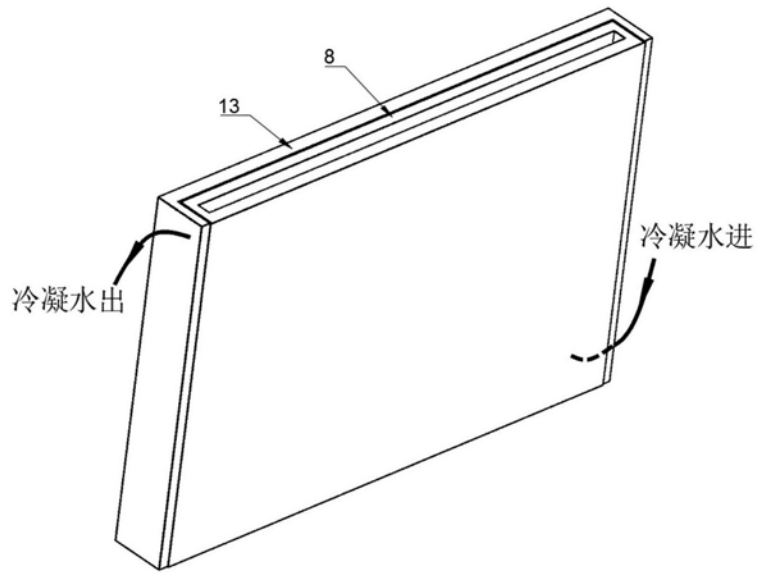


图3

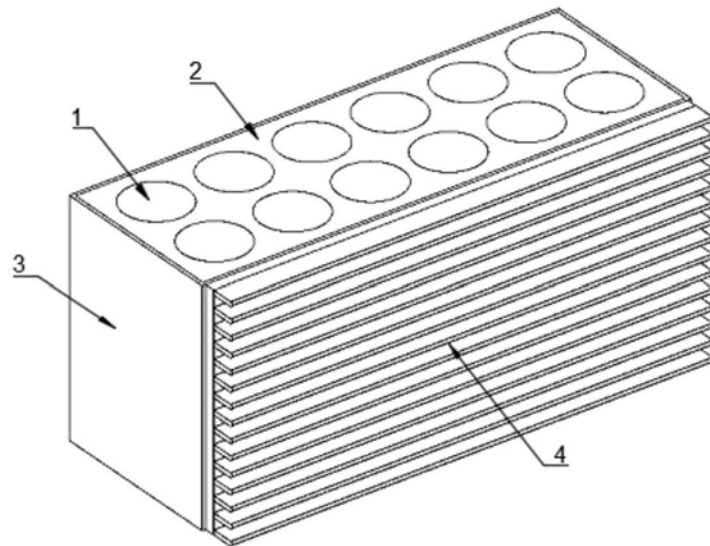


图4

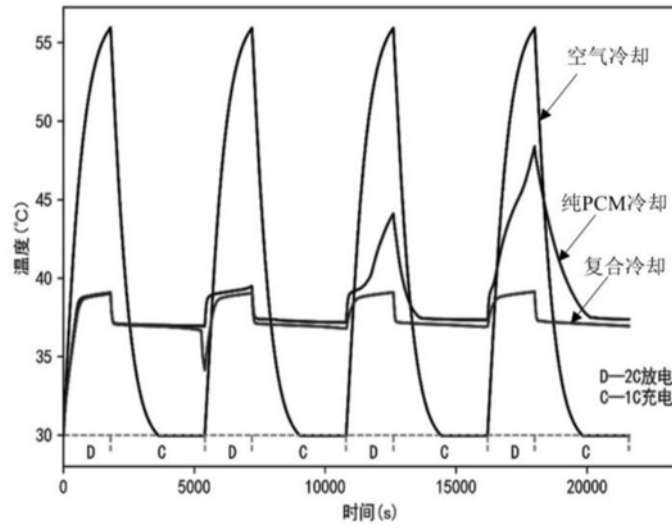


图5

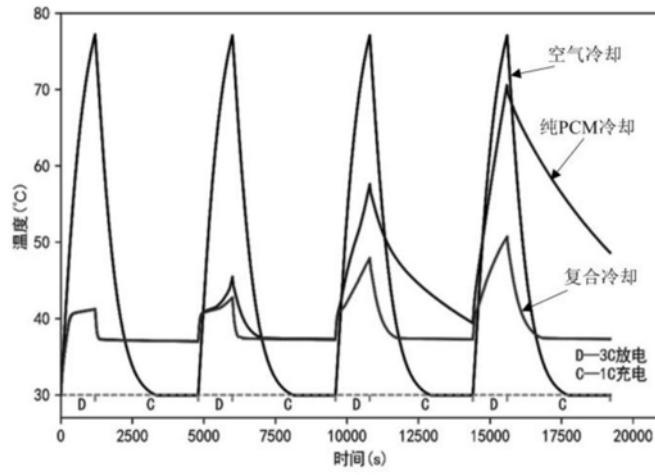


图6

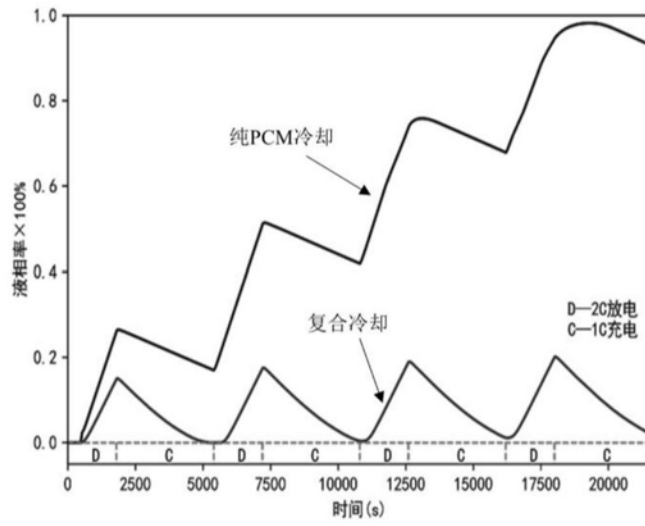


图7

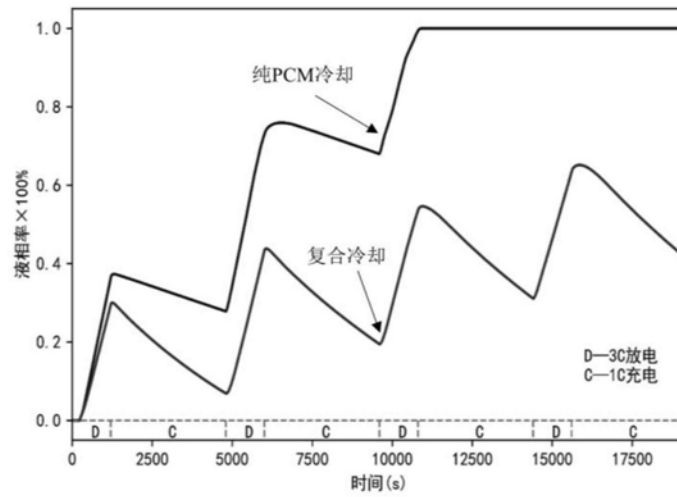


图8

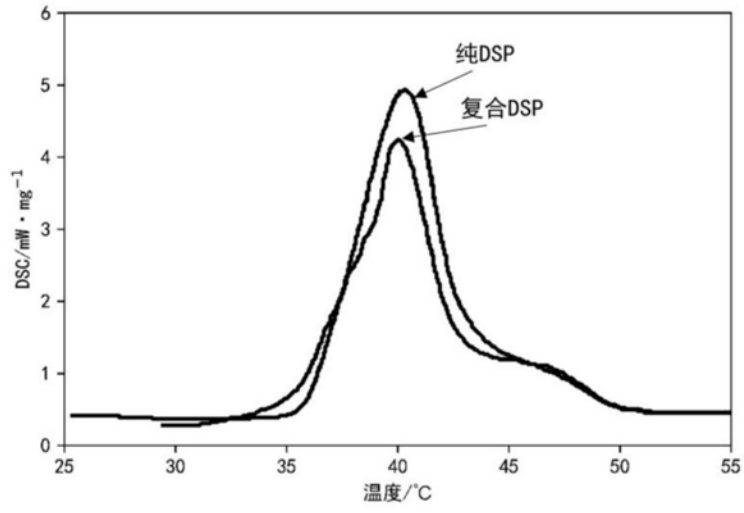


图9