



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111244571 A

(43)申请公布日 2020.06.05

(21)申请号 202010060682.0

H01M 10/615(2014.01)

(22)申请日 2020.01.19

H01M 10/653(2014.01)

(71)申请人 浙江大学

地址 310058 浙江省杭州市西湖区余杭塘路866号

(72)发明人 吴启超 黄瑞 俞小莉 陈芬放
陈俊玄 钱柯宇 凌珑

(74)专利代理机构 杭州求是专利事务有限公司 33200

代理人 郑海峰

(51)Int.Cl.

H01M 10/613(2014.01)

H01M 10/625(2014.01)

H01M 10/6572(2014.01)

H01M 10/659(2014.01)

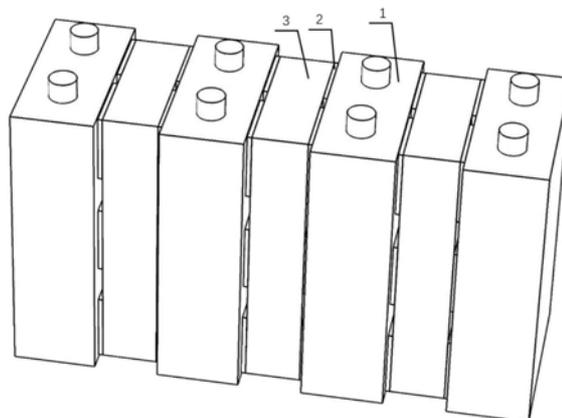
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

一种方形锂电池组热管理结构及其方法

(57)摘要

本发明涉及锂离子电池热管理技术领域及其方法,具体涉及一种方形锂电池组热管理结构。主要包括方形锂电池、半导体制冷片、相变材料。方形锂电池的两个侧面与半导体制冷片接触。半导体制冷片一面紧贴方形锂电池另一面紧贴相变材料。相变材料的两个侧面与半导体制冷片接触。本发明提供的电池组热管理结构在高倍率充放电时,电池产生热量经过半导体制冷片传至相变材料,利用相变材料冷却,若仍有进一步冷却需求则让半导体制冷片通电工作,对电池侧进行制冷,可使电池最高温度进一步下降,即使在环境温度较高时也能实现对电池组的散热功能。在零度以下低温时,对半导体制冷片通反向电流对电池侧加热,高效且低能耗,实现对电池组的加热功能。



1. 一种方形锂电池组热管理结构,其特征在于:包括若干方形锂电池、若干半导体制冷片和若干相变材料;

所述方形锂电池的两个侧面与半导体制冷片接触;所述半导体制冷片一面紧贴方形锂电池,另一面紧贴相变材料;所述相变材料的两个侧面与半导体制冷片接触。

2. 根据权利要求1所述的方形锂电池组热管理结构,其特征在于:所述方形锂电池和半导体制冷片之间紧密贴合,实现热量的有效传递。

3. 根据权利要求1或2所述的方形锂电池组热管理结构,其特征在于:所述的方形锂电池和半导体制冷片之间涂抹有导热硅脂。

4. 根据权利要求1所述的方形锂电池组热管理结构,其特征在于:所述半导体制冷片和相变材料之间紧密贴合,实现热量的有效传递。

5. 根据权利要求1所述的方形锂电池组热管理结构,其特征在于:所述的相变材料相变温度超过 35°C ,且导热率超过 $2.5\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 。

6. 根据权利要求1或5所述的方形锂电池组热管理结构,其特征在于:所述的相变材料为石蜡泡沫铜复合相变材料。

7. 根据权利要求1或5所述的方形锂电池组热管理结构,其特征在于:所述的相变材料采用金属壳封装,其外壁和半导体制冷片之间涂抹导热硅脂。

8. 一种权利要求1、2、4或5任一项所述方形锂电池组热管理结构的热管理方法,其特征在于:

当方形锂电池冷却需求不大时,半导体制冷片不通电工作,系统无需耗能,方形锂电池产生的热量经过半导体制冷片传至相变材料,利用相变材料冷却;

当方形锂电池冷却需求较大时,半导体制冷片通电工作,对电池侧进行制冷,发热侧将热量传给相变材料,利用相变材料的潜热及高导热率保证较好的散热,进而保证较好的冷却效果;

当电池有加热需求时,对半导体制冷片通反向电流,此时对相变材料侧制冷,对方形锂电池侧加热。

一种方形锂电池组热管理结构及其方法

技术领域

[0001] 本发明涉及锂电池热管理技术领域,具体涉及一种方形锂电池组热管理结构及其方法。

背景技术

[0002] 锂电池凭借其优秀的充放电性能目前在各个领域得到了广泛的应用。其中方形锂电池是汽车领域动力电池最常用的电池种类之一。温度对电池的性能以及安全性都有很大影响,因此热管理显得尤为重要。尤其是方形锂电池随着单体体积的增大,电池内部发热部分距离壳体的距离越来越长,传导的介质、界面越来越多,使得散热变得困难。目前电池热管理的主要方法有风冷、液冷、相变材料冷却、半导体制冷片冷却等。风冷在电池组发热量较大时较难满足散热需求,且在环境温度较高如夏季时,风冷效果容易受到较大影响。液冷主要存在的问题有结构复杂且耗能较高等。

[0003] 相变材料用于电池热管理主要的优势在于可以通过融化时的潜热有效吸收电池的产热。但主要存在的问题有选取相变温度困难,通常大部分针对电池相变材料冷却的研究所采用的相变材料的相变温度都比较低(25℃-40℃),主要原因在于若相变材料选取相变温度较高,即较难融化,则对电池冷却效果不佳,且相变材料通常导热率低,所以如果不利用其潜热就无法发挥优势反而影响散热。而相变温度低带来的一个很大的问题就是容易受环境影响,夏季气温高,电池包小空间内温度很容易超过30℃甚至会达到40℃,那么相变材料直接就融化了,无法正常工作对电池进行冷却,这也是电池相变冷却目前未能实车应用的原因之一。有一些相变材料导热率可以相当高,如石蜡泡沫金属复合相变材料,可以稍稍缓解上述问题,至少在非融化过程不容易影响散热,但通常其潜热较低,单独用于电池冷却用量较大。还有一个问题就是相变材料单独用于电池热管理,只能实现被动散热,被动的意思是无法主动控制对电池的散热强度,此外当然也无法实现低温下对电池的加热。

[0004] 半导体制冷片对电池进行热管理的研究相对较少。半导体制冷片利用半导体材料的珀尔帖效应,当直流电通过两种不同半导体材料串联成的电偶时,在电偶的两端即可分别吸收热量和放出热量,其特点是可靠性较高且无运动部件。半导体制冷片冷却电池研究少的主要原因在于若要实现较好的制冷效果则需要保证发热侧有较好的散热,通常采用液冷将热量带走,结构复杂且能耗高,故整体性能表现不佳。

发明内容

[0005] 本发明目的在于提供了一种方形锂电池组热管理结构及其方法,设计新颖,克服了上述相变材料冷却及半导体制冷片冷却存在的问题,巧妙地将两者的优势结合在一起,选取相变温度较高且导热率较高的相变材料,不受环境温度影响且在非融化过程也不影响散热。该方形锂电池组热管理结构简单且能耗低,整体性能佳。

[0006] 本发明的方形锂电池组热管理结构主要包括若干方形锂电池、若干半导体制冷片、若干相变材料;

[0007] 所述方形锂电池的两个侧面与半导体制冷片接触。所述半导体制冷片一面紧贴方形锂电池另一面紧贴相变材料。所述相变材料的两个侧面与半导体制冷片接触。

[0008] 作为本发明的优选方案,所述方形锂电池和半导体制冷片之间紧密贴合,实现热量的有效传递,如有必要还可在两者接触面涂抹导热硅脂以强化换热。

[0009] 作为本发明的优选方案,所述半导体制冷片和相变材料之间紧密贴合,实现热量的有效传递。

[0010] 作为本发明的优选方案,所述的半导体制冷片按照方形锂电池的大小以及冷却需求来确定具体型号和布置数量。

[0011] 作为本发明的优选方案,所述的相变材料相变温度较高,超过 35°C ,且导热率较高,超过 $2.5\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$;优选的,相变材料相变温度超过 40°C ,且导热率超过 $3\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$,如石蜡泡沫铜复合相变材料。若为避免泄漏可用高导热率薄金属壳封装。相变材料尺寸用量根据电池组具体冷却需求确定。

[0012] 作为本发明的优选方案,所述的半导体制冷片的厚度可选择为 $3\text{mm}-4.5\text{mm}$,具体型号和布置数量按照方形锂电池的大小以及冷却需求来确定。

[0013] 本发明还公开了一种所述方形锂电池组热管理结构的热管理方法,其具体如下:

[0014] 当方形锂电池冷却需求不大时,半导体制冷片不通电工作,系统无需耗能,方形锂电池产生的热量经过半导体制冷片传至相变材料,利用相变材料冷却;

[0015] 当方形锂电池冷却需求较大时,半导体制冷片通电工作,对电池侧进行制冷,发热侧将热量传给相变材料,利用相变材料的潜热及高导热率保证较好的散热,进而保证较好的冷却效果;

[0016] 当电池有加热需求时,对半导体制冷片通反向电流,此时对相变材料侧制冷,对方形锂电池侧加热。

[0017] 本发明的有益效果:本发明提供的方形锂电池组热管理结构,结构设计新颖巧妙,充分结合相变材料和半导体制冷片的优势,电池高倍率充放电时产生的热量经过半导体制冷片传至相变材料,利用相变材料冷却,若仍有进一步冷却需求则让半导体制冷片通电工作,对电池侧进行制冷,发热侧将热量传给相变材料,利用其潜热及高导热率保证较好的散热,可以使得电池最高温度进一步下降,因此电池的散热强度在一定程度上可控,即使在环境温度较高时也能实现对电池组的散热功能。在零度以下低温时,对半导体制冷片通反向电流对电池侧加热,高效且低能耗,实现对电池组的加热功能。

附图说明

[0018] 图1为本发明实施例提供的方形锂电池组热管理结构示意图(图中为便于展示,仅画出4个方形锂电池,实际数量可以更多)。

[0019] 图2为本发明实施例提供的方形锂电池组热管理结构中重复对称单元的示意图,也是对本发明实施例进行仿真模拟的几何结构(选用的方形锂电池较小,故只用了一片半导体制冷片)。

[0020] 图3为本发明实施例进行仿真模拟以体现其效果的计算结果,具体为环境温度 25°C 时,5C倍率下电池最高温度在不同条件下随时间的变化情况。

[0021] 图4为本发明实施例进行仿真模拟以体现其效果的计算结果,具体为环境温度 33

℃时,5C倍率下电池最高温度在不同条件下随时间的变化情况。

[0022] 图5为本发明实施例进行仿真模拟以体现其效果的计算结果,具体为低温环境下对半导体制冷片通反向电流对电池侧加热时,电池最低温度随时间的变化情况。

[0023] 标记说明:1-方形锂电池,2-半导体制冷片,3-相变材料。

具体实施方式

[0024] 下面结合附图对本发明具体实施方式作进一步说明。

[0025] 如图1所示:一种方形锂电池组热管理结构,主要包括方形锂电池1、半导体制冷片2、相变材料3。所述方形锂电池1的两个侧面与半导体制冷片2接触。所述半导体制冷片2一面紧贴方形锂电池1另一面紧贴相变材料3。所述相变材料3的两个侧面与半导体制冷片2接触。本发明重点在于结合应用半导体制冷片2和相变材料3的方形锂电池组热管理结构,故在图中略去了诸如半导体制冷片2的接线供电、相变材料3的封装外壳等附属机构,不予以画出。本发明实施例提供的方形锂电池组热管理结构可以看成由多个如图2所示的重复对称单元组成(方形锂电池1和相变材料3各取一半,两者间夹半导体制冷片2),图1为便于展示,仅画出4个方形锂电池1,实际数量可以更多,且电池组两端的方形锂电池1可以在外侧补上半导体制冷片2和相变材料3的一半以形成完全的重复对称结构,因此本发明实施例进行仿真模拟时可以简化计算,只需要对图2的重复对称单元进行分析。

[0026] 电池高倍率充放电时产生热量,此时若由于环境温度相对较低使得冷却需求不大,则半导体制冷片2可以不通电不工作,系统无需耗能,方形锂电池1产生的热量经过半导体制冷片2传至相变材料3,利用相变材料3冷却。若仍有进一步冷却需求则让半导体制冷片2通电工作,对电池侧进行制冷,发热侧将热量传给相变材料3,利用相变材料3的潜热及高导热率保证较好的散热,进而保证较好的冷却效果,可以使得电池最高温度进一步下降。为展示其效果,针对方形锂电池组热管理结构中的重复对称单元进行数值模拟仿真计算,其中选用宽×厚×高为70mm×27mm×90mm磷酸铁锂方形锂电池1,额定电压为3.2V,单体容量为12Ah;选用宽×厚×高为50mm×3.3mm×50mm的半导体制冷片2;选用相变温度为59℃,导热率为5W/(m·K)的石蜡泡沫铜复合相变材料3。方形锂电池1及相变材料3表面为自然对流换热条件。相同倍率下电池充放电的产热情况接近,考虑极端的5C倍率条件(耗时720s)。图3展示了环境温度为25℃时,电池最高温度在不同条件下随时间的变化情况,图上的实线表示原始对照模型,即仅凭电池表面自然对流不施加其他冷却手段时的升温情况,可以发现电池最高温度会超过65℃,通常希望保证电池最高温度不超过60℃,所以显然需要施加其他冷却手段。图中的虚线表示半导体制冷片2不工作,靠相变材料3冷却的升温情况,可以发现电池温升情况明显得到了缓和。若希望电池最高温度进一步下降,则可使半导体制冷片2通电工作,与相变材料3配合冷却电池,温升情况如图上点虚线所示,可以发现冷却效果进一步提升,该表现受半导体制冷片2性能参数和供电控制影响,仿真计算中对该半导体制冷片2施加4V电压,过程中半导体制冷片2的平均功率为8.6W,仿真所用方形锂电池1单体能量约38.4W·h,一个电池单体分到两个半导体制冷片2,如此计算,将半导体制冷片2的能耗核算到对方方形锂电池1本身的能量占比,则消耗不到9%。此外还对散热较困难的夏季高温环境进行了模拟,将环境温度改为33℃,其他条件不变,计算结果能耗基本不变,电池温升情况如图4所示,可以发现该热管理结构通过结合相变材料3和半导体制冷片2的优势,即使在

环境温度较高时也能实现对电池组的散热功能。

[0027] 在零度以下低温时,对半导体制冷片2通反向电流,此时对相变材料3侧制冷,对方形锂电池1侧加热,为展示其效果,进行了数值模拟仿真计算,设置环境温度为 -10°C 。通常相比放电,低温环境下电池充电对预热的需求更为强烈,因为一般须在 0°C 以上才可对锂离子电池进行充电。图5展示了加热时电池最低温度随时间的变化情况,在电池自身不工作不产热的情况下,发现只需450s即可完成加热。仿真计算中半导体制冷片2施加电压仍取4V,耗能要比用于散热时少,若还是核算到对方形锂电池1本身的能量占比,则消耗约5.5%,高效且低能耗,可以有效实现对电池组的加热功能。

[0028] 此外本发明提供的方形锂电池组热管理结构的上述散热及加热表现还可以通过半导体制冷片2的选型布置、供电控制,相变材料3的材料选择、尺寸用量设计及整体系统的结构参数匹配优化等等使得效果更佳。

[0029] 最后应说明的是:以上实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,对于本领域的技术人员来说,依然可以有各种修改。凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

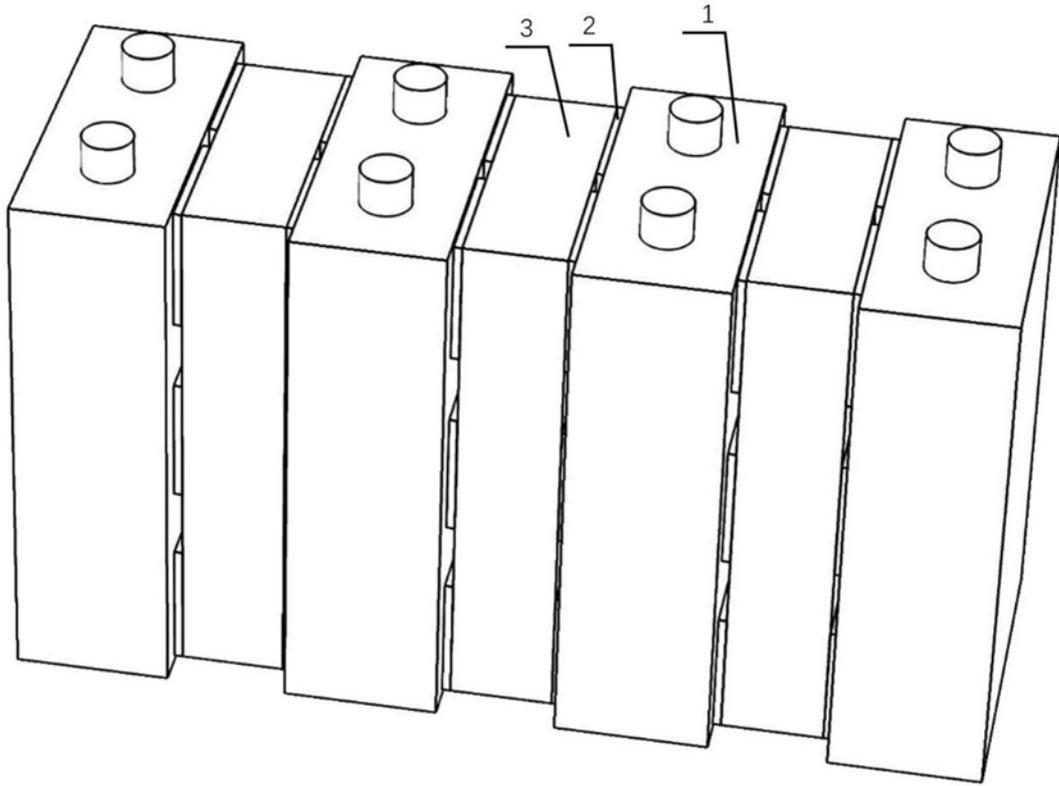


图1

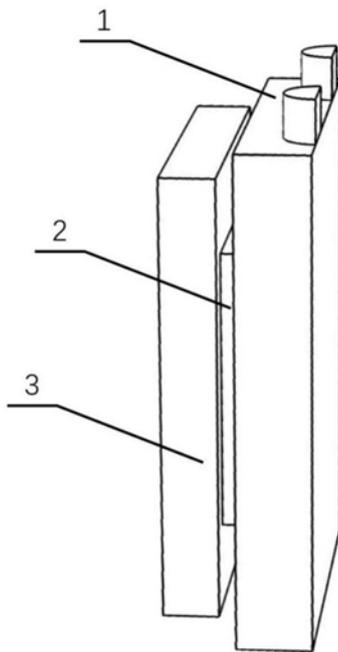


图2

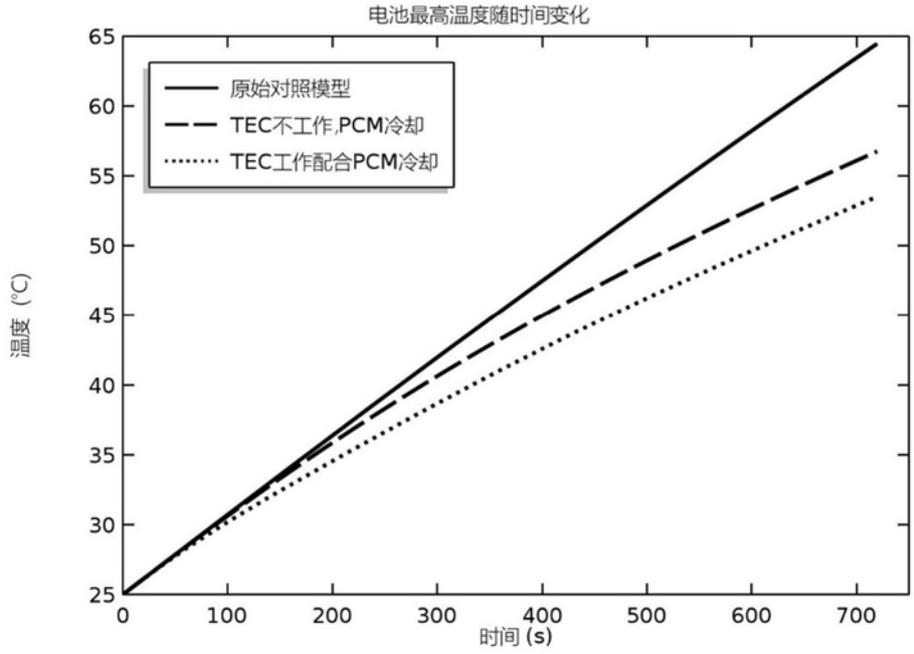


图3

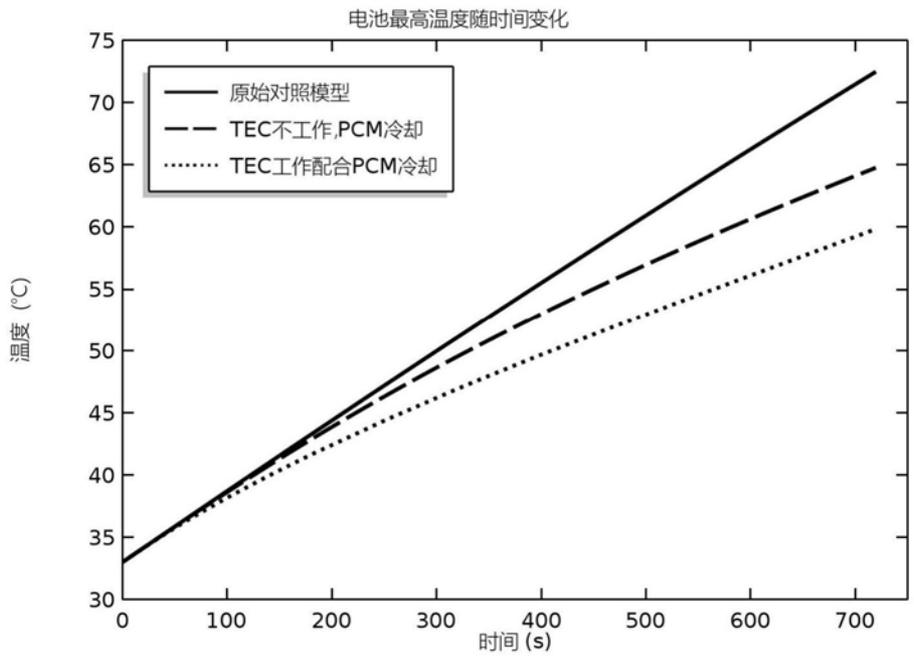


图4

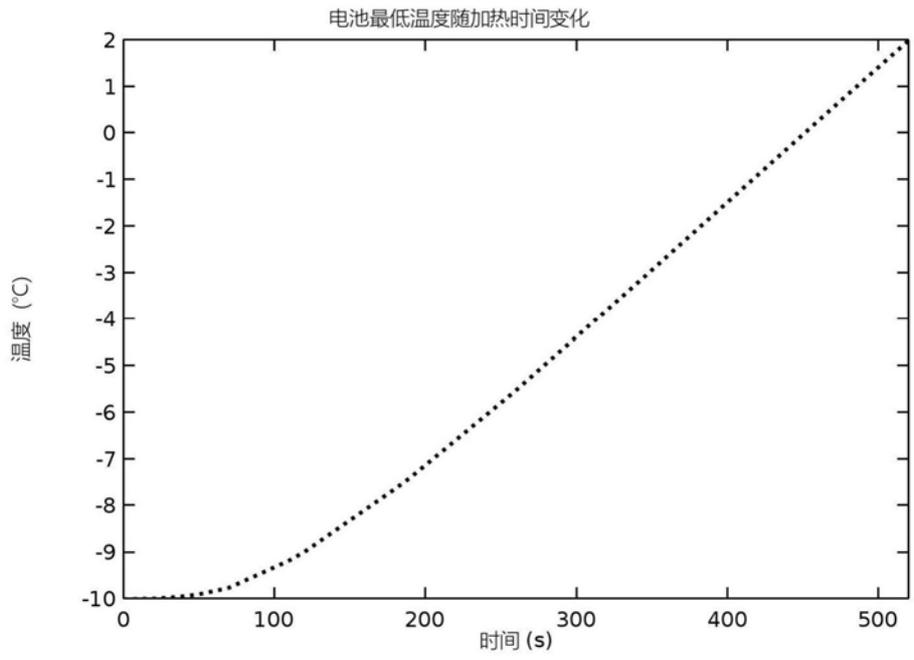


图5