



(21) 申请号 202111610478.2

(22) 申请日 2021.12.27

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 114243136 A

(43) 申请公布日 2022.03.25

(73) 专利权人 厦门金龙汽车新能源科技有限公司

地址 361000 福建省厦门市集美区金龙路
807号三楼

(72)发明人 何龙富 陈晓冰 叶伟宏 陈福恩
罗建洪 王锦彬 阙伟广 周文静

(74) 专利代理机构 泉州市博一专利事务所(普通合伙) 35213

专利代理师 方传榜 苏秋桂

(51) Int.Cl.

H01M 10/44 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 106655388 A, 2017.05.10

CN 109860744 A, 2019.06.07

CN 110707772 A, 2020.01.17

CN 110729800 A, 2020.01.24

CN 110994734 A.2020.04.10

CN 111907373 A, 2020.11.10

CN 112421717 A, 2021.02.26

CN 1581566 A, 2005.02.16

JP H0898426 A, 1996.04.12

US 2021325466 A1, 2021.10.21

审查员 郝琳琳

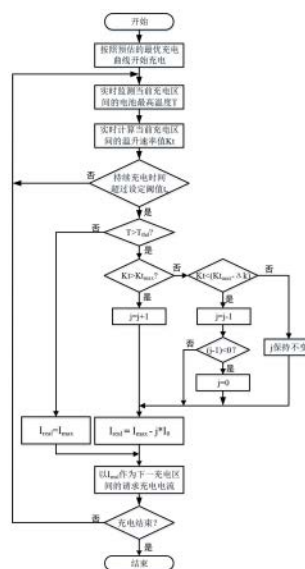
权利要求书2页 说明书4页 附图4页

(54) 发明名称

一种锂电池的充电优化方法

(57) 摘要

一种锂电池的充电优化方法,包括如下步骤:S1、通过前置的充电性能测试,获取电池包在不同电池温度和不同电池电量下每个充电区间的最大充电电流 $I_{\max}$ 和最大温升速率值 $Kt_{\max}$,并绘制成最大充电电流矩阵表和最大温升速率矩阵表;S2、基于最大充电电流矩阵表,预估出最优充电曲线,并按照预估的最优充电曲线开始对电池包进行充电;S3、实时监测当前充电区间的电池最高温度 T 和温升速率值 kt ,由此对下一充电区间的实时充电电流 I_{real} 进行调整,以确保将电池最高温度 T 控制在预设范围内。本发明有助于提高充电效率,降低充电时间,并且能更适应不同环境下的充电温度区间,从而延长电池的使用寿命,具有算法简单、易于操作和适用性强等优点。



1. 一种锂电池的充电优化方法,其特征在于:包括如下步骤:

S1、通过前置的充电性能测试,获取电池包在不同电池温度和不同电池电量下每个充电区间的最大充电电流 $I_{\max}$ 和最大温升速率值 $Kt_{\max}$,并绘制成最大充电电流矩阵表和最大温升速率矩阵表;

S2、基于最大充电电流矩阵表,以当前电量和电芯温度为充电起点,以获取最短的总充电时间 T_c 为目的,预估出最优充电曲线,并按照预估的最优充电曲线开始对电池包进行充电;

S3、实时监测当前充电区间的电池最高温度 T 和温升速率值 kt ,由此对下一充电区间的实时充电电流 I_{real} 进行调整,以确保将电池最高温度 T 控制在预设范围内;其包括如下子步骤:

S31、若当前充电区间的电池最高温度 T 小于预设的电池温度阈值 T_{thd} ,则下一充电区间的实时充电电流 I_{real} 为下一充电区间所对应的最大充电电流 $I_{\max}$,即 $I_{\text{real}} = I_{\max}$;

S32、若当前充电区间的电池最高温度 T 大于预设的电池温度阈值 T_{thd} ,则按照公式(1)计算下一充电区间的实时充电电流 I_{real} :

$$I_{\text{real}} = I_{\max} - j * I_0 \quad (1)$$

式中: I_0 为单位增量电流值; j 为调整系数;

S4、重复步骤S3直至充电结束;

步骤S32还包括如下子步骤:

S321、若当前充电区间的温升速率值 kt 大于该充电区间所对应的最大温升速率值 $Kt_{\max}$,则调整系数 $j = j + 1$;

S322、若当前充电区间的温升速率值 kt 小于该充电区间所对应的最大温升速率值 $Kt_{\max}$,则调整系数 $j = j - 1$,并且当 $j - 1 < 0$ 时,则默认调整系数 j 的取值为0;

S323、根据公式(1)计算下一充电区间的实时充电电流 I_{real} ,并以 I_{real} 请求充电。

2. 如权利要求1所述的一种锂电池的充电优化方法,其特征在于:在步骤S322中,若当前充电区间的温升速率值 $kt < Kt_{\max} - \Delta k$,则调整系数 $j = j - 1$;若当前的温升速率值 $kt \geq Kt_{\max} - \Delta k$,则调整系数 j 保持不变;其中 Δk 为缓冲值。

3. 如权利要求2所述的一种锂电池的充电优化方法,其特征在于:所述 Δk 的取值范围为 $0 \sim 0.5^\circ\text{C}/\text{min}$ 。

4. 如权利要求1-3任一所述的一种锂电池的充电优化方法,其特征在于:所述 I_0 的取值为 0.05C 或 0.1C 。

5. 如权利要求1所述的一种锂电池的充电优化方法,其特征在于:在步骤S2中,总充电时间 T_c 的计算方式为:

$$T_c = \sum_{n=1}^{n=N} t_n \quad (2)$$

式中: t_n 为第 n 个充电区间的充电时间。

6. 如权利要求1所述的一种锂电池的充电优化方法,其特征在于:步骤S1中最大温升速率值为 $Kt_{\max}$ 的计算方式为各充电区间的电池最高温度/各充电区间的充电时长。

7. 如权利要求1所述的一种锂电池的充电优化方法,其特征在于:在执行步骤S3之前,

先判断持续充电时间是否超过设定阈值 t_a ,若超过则执行步骤S3,若不超过,则维持当前充电状态。

8.如权利要求1所述的一种锂电池的充电优化方法,其特征在于:所述设定阈值 t_a 的取值范围为0.5~3min。

一种锂电池的充电优化方法

技术领域

[0001] 本发明涉及锂电池技术领域,特别涉及一种锂电池的充电优化方法。

背景技术

[0002] 由于锂电池本身的材料特性,其充放电过程对电池温度较为敏感,并且自身充放电过程也会释放大量的热量,进一步也影响电池的充放电性能。

[0003] 对于锂电池的充电方法,目前传统的做法是:对锂电池进行不同电池温度以及不同电量下的充电性能测试,从而获取电池电量和电池温度(或者电池电压和电池温度)的充电性能表,充电时直接通过查表获取电池的充电能力并进行请求充电。由于该充电性能表通常没有考虑Pack在不同工况下的散热性能以及整车差异化的热管理性能,因此传统的充电方法存在以下不足之处:在不同的环境温度下,充电过程中电池的温升曲线存在较大差异,尤其是那些无液冷系统的车辆,如果在较高温的环境下采用大电流充电会使得电芯温度迅速升温,反过来会更快限制充电性能,使得整体的充电时间反而更长,同时该方法一定程度会加速损害电池,不利于电池长寿命使用要求。

发明内容

[0004] 本发明提供一种锂电池的充电优化方法,其主要目的在于解决现有技术存在的问题。

[0005] 本发明采用如下技术方案:

[0006] 一种锂电池的充电优化方法,包括如下步骤:

[0007] S1、通过前置的充电性能测试,获取电池包在不同电池温度和不同电池电量下每个充电区间的最大充电电流 $I_{\max}$ 和最大温升速率值 $Kt_{\max}$,并绘制成最大充电电流矩阵表和最大温升速率矩阵表;

[0008] S2、基于最大充电电流矩阵表,以当前电量和电芯温度为充电起点,以获取最短的总充电时间 T_c 为目的,预估出最优充电曲线,并按照预估的最优充电曲线开始对电池包进行充电;

[0009] S3、实时监测当前充电区间的电池最高温度 T 和温升速率值 kt ,由此对下一充电区间的实时充电电流 I_{real} 进行调整,以确保将电池最高温度 T 控制在预设范围内;其包括如下子步骤:

[0010] S31、若当前充电区间的电池最高温度 T 小于预设的电池温度阈值 T_{thd} ,则下一充电区间的实时充电电流 I_{real} 为下一充电区间所对应的最大充电电流 $I_{\max}$,即 $I_{\text{real}}=I_{\max}$;

[0011] S32、若当前充电区间的电池最高温度 T 大于预设的电池温度阈值 T_{thd} ,则按照公式(1)计算下一充电区间的实时充电电流 I_{real} :

$$[0012] \quad I_{\text{real}} = I_{\max} - j * I_0 \quad (1)$$

[0013] 式中: I_0 为单位增量电流值; j 为调整系数;

[0014] S4、重复步骤S3直至充电结束。

[0015] 进一步,步骤S32还包括如下子步骤:

[0016] S321、若当前充电区间的温升速率值 k_t 大于该充电区间所对应的最大温升速率值 $Kt_{\max}$,则调整系数 $j=j+1$;

[0017] S322、若当前充电区间的温升速率值 k_t 小于该充电区间所对应的最大温升速率值 $Kt_{\max}$,则调整系数 $j=j-1$,并且当 $j-1<0$ 时,则默认调整系数 j 的取值为0;

[0018] S323、根据公式(1)计算下一充电区间的实时充电电流 I_{real} ,并以 I_{real} 请求充电。

[0019] 更进一步,在步骤S322中,若当前充电区间的温升速率值 $k_t < Kt_{\max} - \Delta k$,则调整系数 $j=j-1$;若当前的温升速率值 $k_t \geq Kt_{\max} - \Delta k$,则调整系数 j 保持不变;其中 Δk 为缓冲值。

[0020] 再进一步,所述 Δk 的取值范围为 $0 \sim 0.5^\circ\text{C}/\text{min}$ 。

[0021] 进一步,所述 I_0 的取值为 0.05C 或 0.1C 。

[0022] 进一步,在步骤S2中,总充电时间 T_c 的计算方式为:

$$[0023] \quad T_c = \sum_{n=1}^{n=N} t_n \quad (2)$$

[0024] 式中: t_n 为第 n 个充电区间的充电时间。

[0025] 进一步,步骤S1中最大温升速率值为 $Kt_{\max}$ 的计算方式为各充电区间的电池最高温度/各充电区间的充电时长。

[0026] 进一步,在执行步骤S3之前,先判断持续充电时间是否超过设定阈值 t_a ,若超过则执行步骤S3,若不超过,则维持当前充电状态。

[0027] 进一步,所述设定阈值 t_a 的取值范围为 $0.5 \sim 3\text{min}$ 。

[0028] 和现有技术相比,本发明产生的有益效果在于:

[0029] 本发明提供了一种优化的电池充电方法,该方法充分考虑了整车的热管理和不同环境温度下电池包的散热性能对温升速率的直接影响,以温升速率作为监控指标,引入新的充电电流调整算法实时调控每个充电区间的充电电流,由此控制每个充电区间的温升速率,并最终将电池温度控制在合理的范围内。可见,本发明有助于提高充电效率,降低充电时间,并且能更适应不同环境下的充电温度区间,从而延长电池的使用寿命,具有算法简单、易于操作和适用性强等优点。

附图说明

[0030] 图1为本发明的控制流程示意图。

[0031] 图2为本发明中预估的最优充电曲线示意图。

[0032] 图3为本发明中优化前后的充电曲线对比图。

[0033] 图4为本发明中优化前后的电池温度曲线和充电电流曲线对比图。

具体实施方式

[0034] 下面参照附图说明本发明的具体实施方式。为了全面理解本发明,下面描述到许多细节,但对于本领域技术人员来说,无需这些细节也可实现本发明。

[0035] 参照图1,本发明提供了一种锂电池的充电优化方法,包括如下步骤:

[0036] S1、通过前置的充电性能测试,获取电池包在不同电池温度和不同电池电量下每个充电区间的最大充电电流 $I_{\max}$ 和最大温升速率值 $Kt_{\max}$,并绘制成最大充电电流矩阵表和

最大温升速率矩阵表。具体地,最大温升速率值 $Kt_{\max}$ 的计算方式为各充电区间的电池最高温度/各充电区间的充电时长;而各充电区间的充电时长的计算方式为各充电区间所需的充电电量 Q /各充电区间的最大充电电流 $I_{\max}$ 。以上各个参数均可通过最大充电电流矩阵表获取。

[0037] S2、基于最大充电电流矩阵表,以当前电量和电芯温度为充电起点,以获取最短的总充电时间 T_c 为目的,预估出最优充电曲线,并按照预估的最优充电曲线开始对电池包进行充电。开始充电时的请求充电电流默认为充电起点所在的充电区间的最大充电电流 $I_{\max}$ 。预估的最优充电曲线如图2所示。总充电时间的 T_c 的计算方式为:

$$[0038] \quad T_c = \sum_{n=1}^{n=N} t_n \quad (2)$$

[0039] 式中: t_n 为第 n 个充电区间的充电时间。

[0040] S3、实时监测当前充电区间的电池最高温度 T 和温升速率值 kt ,由此对下一充电区间的实时充电电流 I_{real} 进行调整,以确保将电池最高温度 T 控制在预设范围内。为了防止过于频繁地调整充电电流,在执行该步骤之前,应先判断持续充电时间是否超过设定阈值 t_a ,若超过则执行步骤S3,若不超过,则维持当前充电状态。优选地,设定阈值 t_a 的取值范围为0.5~3min。

[0041] 具体地,该步骤还包括如下子步骤:

[0042] S31、若当前充电区间的电池最高温度 T 小于预设的电池温度阈值 T_{thd} ,则下一充电区间的实时充电电流 I_{real} 为下一充电区间所对应的最大充电电流 $I_{\max}$,即 $I_{\text{real}}=I_{\max}$ 。

[0043] S32、若当前充电区间的电池最高温度 T 大于预设的电池温度阈值 T_{thd} ,则按照公式(1)计算下一充电区间的实时充电电流 I_{real} :

$$[0044] \quad I_{\text{real}} = I_{\max} - j * I_0 \quad (1)$$

[0045] 式中: I_0 为单位增量电流值; j 为调整系数。

[0046] 优选地,本实施例中 I_0 的取值为0.05C或0.1C,其作用实际为实时充电电流 I_{real} 的调整步长,而 j 为累计调整变量,即随着实时充电电流 I_{real} 的调整次数变化, j 也会发生相应的变化。这样设计的目的是为了综合考虑充电过程中电池包自身的产热和散热情况,以及环境温度的变化情况,从而更精准调整实时充电电流 I_{real} ,进而确保将电池最高温度 T 控制在预设范围内。具体地,步骤S32还包括如下子步骤:

[0047] S321、若当前充电区间的温升速率值 kt 大于该充电区间所对应的最大温升速率值 $Kt_{\max}$,则调整系数 $j=j+1$;调整系数 j 的起始值为0,之后每调整一轮,则 j 值自动加1。

[0048] S322、若当前充电区间的温升速率值 kt 小于该充电区间所对应的最大温升速率值 $Kt_{\max}$,则调整系数 $j=j-1$,并且当 $j-1<0$ 时,则默认调整系数 j 的取值为0。为了进一步防止充电电流 I_{real} 调整太过频繁,该步骤可引入一个缓冲值 Δk ,若当前充电区间的温升速率值 $kt < Kt_{\max} - \Delta k$,则调整系数 $j=j-1$;若当前的温升速率值 $kt \geq Kt_{\max} - \Delta k$,则调整系数 j 保持不变。优选地, Δk 的取值范围为0~0.5°C/min。

[0049] S323、根据公式(1)计算下一充电区间的实时充电电流 I_{real} ,并以 I_{real} 请求充电。

[0050] S4、重复步骤S3直至充电结束。

[0051] 综上可知,本发明所提供的充电方法除了考虑电池包本身的温度和电量因素之

外,同时也考虑到了不同环境温度对电池温升速率的影响,通过实时监控当前充电区间的温升速率值 kt ,从而调整下一充电区间的实时充电电流 I_{real} ,由此控制各个充电区间的温升速率,并最终将电池温度控制在合理的范围内。

[0052] 参照图3可知,与现有技术相比,采用本发明所提供的方法优化充电策略后的最优充电曲线和最佳充电区间存在明显的改进,参照图4可知,与现有技术相比,采用本发明所提供的方法优化充电策略后的电池温度变化曲线和充电电流变化曲线同样存在明显的改进。可知,本发明所提供的充电方法有助于提高充电效率,降低充电时间,并且能更适应不同环境下的充电温度区间,从而延长电池的使用寿命。

[0053] 上述仅为本发明的具体实施方式,但本发明的设计构思并不局限于此,凡利用此构思对本发明进行非实质性的改动,均应属于侵犯本发明保护范围的行为。

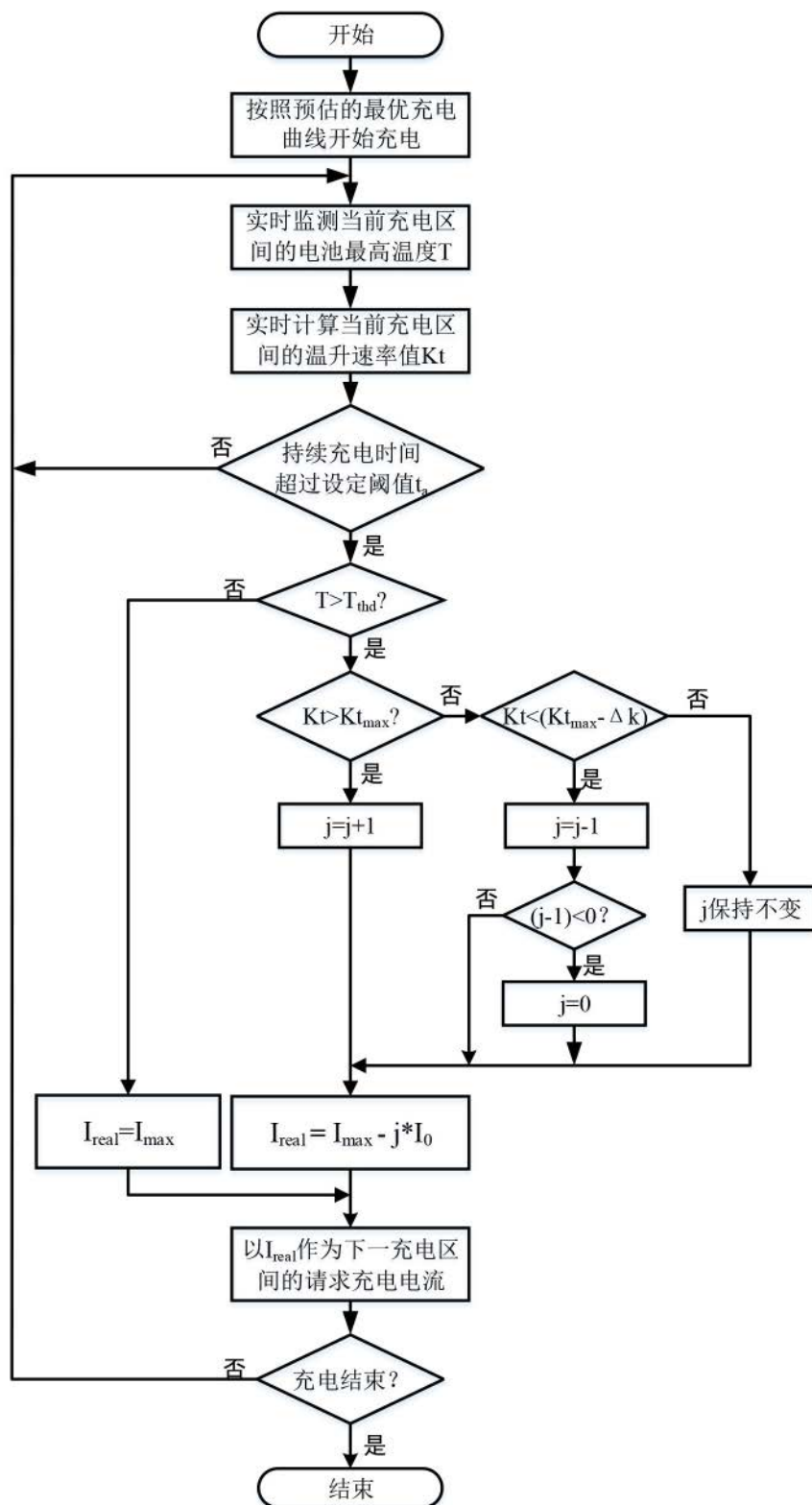


图1

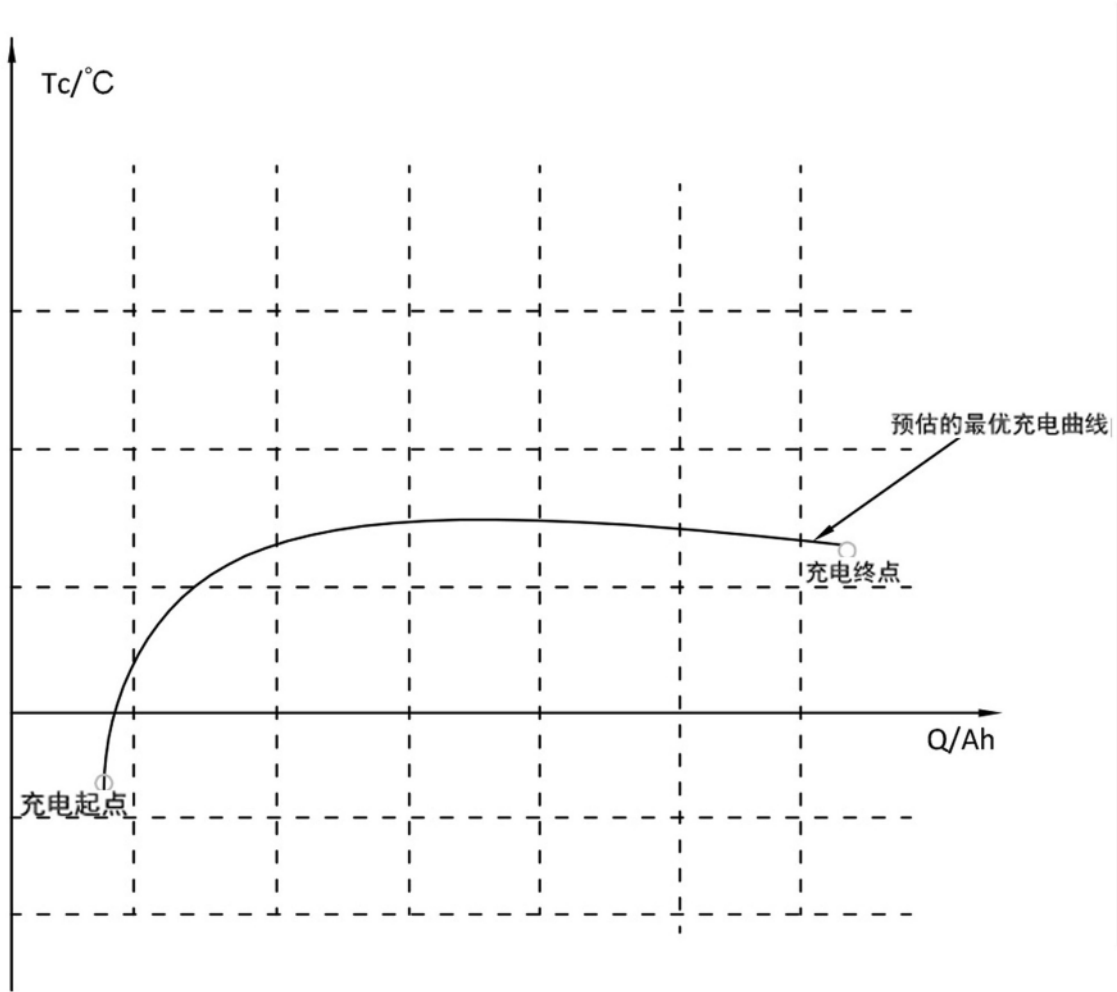


图2

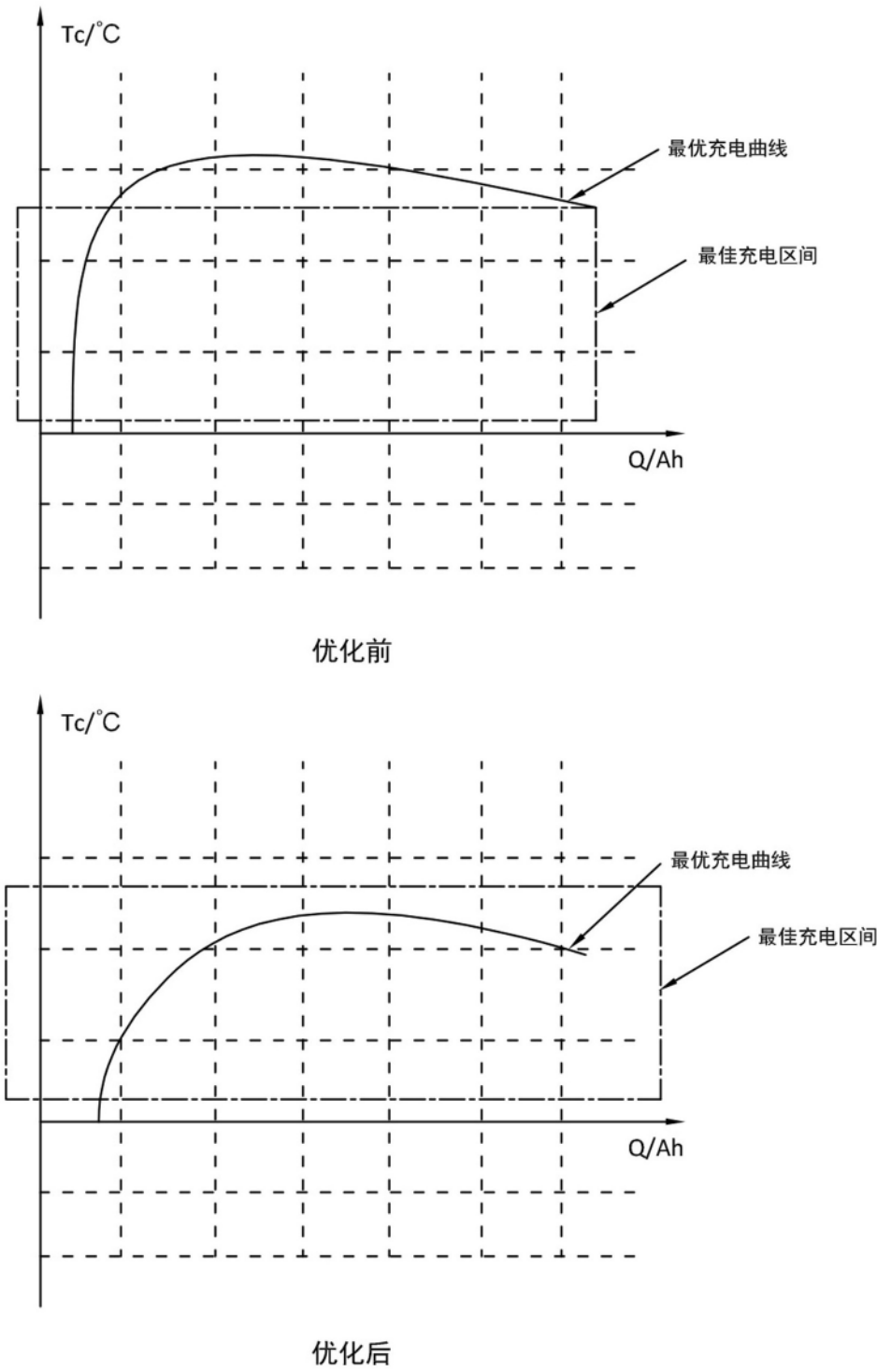


图3

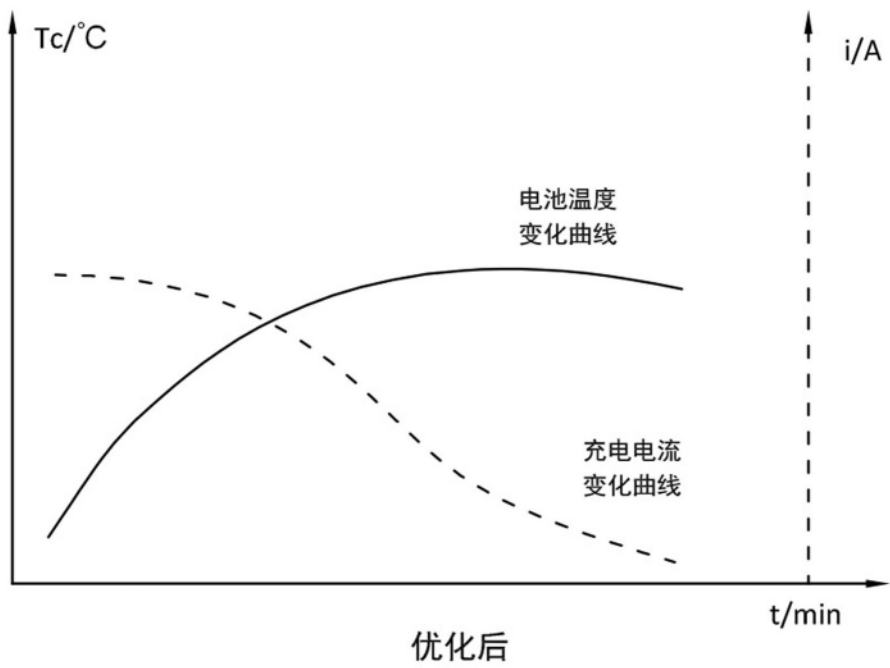
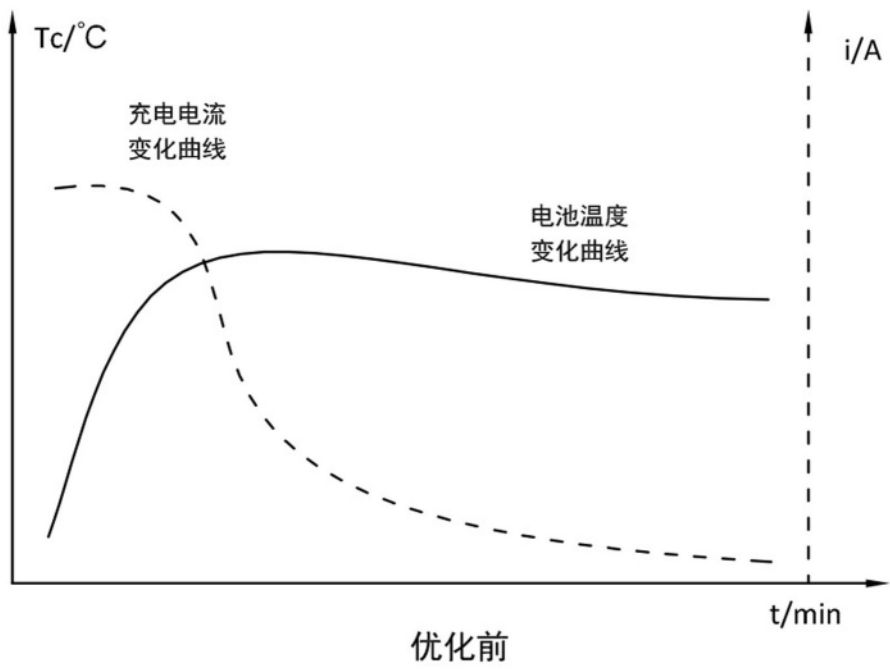


图4