



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 110154835 B

(45)授权公告日 2020.09.04

(21)申请号 201910437917.0

(22)申请日 2019.05.24

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 110154835 A

(43)申请公布日 2019.08.23

(73)专利权人 吉林大学

地址 130000 吉林省长春市前进大街2699号

(72)发明人 李明 汤兴旺 朱祥昆

(74)专利代理机构 北京远大卓悦知识产权代理

事务所(普通合伙) 11369

代理人 许小东

(51)Int.Cl.

B60L 58/27(2019.01)

(56)对比文件

CN 107579308 A,2018.01.12

CN 107579308 A,2018.01.12

CN 208781996 U,2019.04.23

CN 106935936 A,2017.07.07

CN 103985831 A,2014.08.13

JP 2010140802 A,2010.06.24

审查员 赵学林

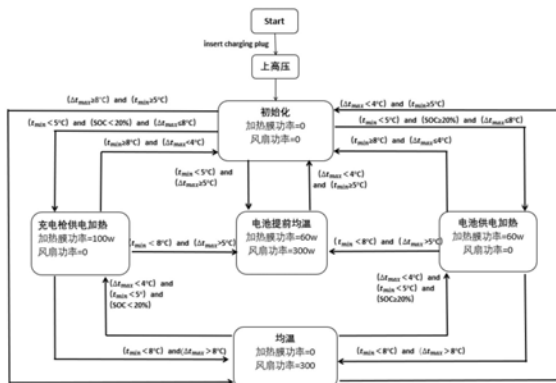
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

一种高能电池组加热温度控制系统及其控制方法

(57)摘要

本发明公开了一种高能电池组加热温度控制系统,包括:电池组剩余电量检测系统,其用于检测电池剩余电量;电池组温度检测系统,其用于检测电池温度;电池组加热系统,其用于加热电池;电池组均温系统,其用于均衡电池组的温度;控制器,其连接并控制所述电池组剩余电量检测系统。所述电池组温度检测系统、所电电池组加热系统,能够判断电池热管理模式。本发明通过协同作用保证电池的良好充放电性能。本发明提供一种高能电池组加热温度的控制方法,利用温度控制系统的协同作用控制能够快速实现电池加热到目标温度,并能保证电池单体和模组温度的一致性,使电池组工作时各个部位都处于合理的温度范围内。



CN 110154835 B

1. 一种高能电池组加热温度控制方法,其特征在于,包括:

当电池最小温度 $t_{\min} \geq t_1$ 且单体电池各部位的温差最大值 $\Delta t_{\max} \geq \Delta t$ 时,启动均温模式,直至电池最小温度 $t_{\min} \geq t_1$ 且单体电池各部位的温差的最大值 $\Delta t_{\max} < \Delta t_h$;其中, t_1 为电池的最佳工作温度区间的最小值, Δt 为电池安全温差阈值;

当 $t_{\min} < t_1$ 、 $\Delta t_{\max} \leq \Delta t$ 且电池组剩余电量 $SOC < 20\%$ 时,启动充电枪供电加热模式并不断检测单体电池温度,若 $t_{\min} < t_h$ 且 $\Delta t_{\max} > \Delta t$,则启动均温模式;在均温模式中,若 $\Delta t_{\max} < \Delta t_h$ 且 $t_{\min} < t_1$,停止均温模式,启动充电枪供电加热模式;在充电枪供电加热模式中,当 $t_{\min} \geq t_h$ 且 $\Delta t_{\max} < \Delta t_h$,则关闭电枪供电加热模式,若 $t_{\min} < t_h$ 且 $\Delta t_{\max} > \Delta t_h$,关闭充电枪供电加热模式,启动电池提前均温,直至 $t_{\min} \geq t_1$ 且 $\Delta t_{\max} < \Delta t_h$;其中, Δt_h 为电池组经均温系统后温差,且 $\Delta t_h = \Delta t - \beta$,其中 $1 \leq \beta \leq 5$; t_h 为电池组经加热系统后温度,且 $t_h = t_1 + \alpha$,其中 $1 \leq \alpha \leq 5$;

当 $t_{\min} < t_1$ 且 $\Delta t_{\max} \geq \Delta t_h$ 时,启动提前均温模式并检测电池温度:若 $t_{\min} \geq t_1$ 且 $\Delta t_{\max} < \Delta t_h$,则停止电池提前均温模式;

当 $t_{\min} < t_1$ 、 $\Delta t_{\max} \leq \Delta t$ 且 $SOC \geq 20\%$ 时,启动电池供电加热模式,并不断检测单体电池温度:若 $t_{\min} < t_h$ 且 $\Delta t_{\max} > \Delta t$,则启动均温模式;在均温模式中:若 $t_{\min} < t_1$ 、 $\Delta t_{\max} < \Delta t_h$,停止均温模式,启动电池供电加热模式;在电池供电加热模式中:若 $t_{\min} \geq t_h$ 且 $\Delta t_{\max} \leq \Delta t_h$,则停止电池供电加热模式;若 $t_{\min} < t_h$, $\Delta t_{\max} > \Delta t_h$,停止电池供电加热模式,启动电池提前均温模式,直到电池最小温度 $t_{\min} \geq t_1$ 且单体电池各部位的温差最大值 $\Delta t_{\max} < \Delta t_h$ 。

2. 根据权利要求1所述的高能电池组加热温度控制方法,其特征在于,

电池组剩余电量检测系统采用卡尔曼滤波算法检测电池的剩余电量。

3. 根据权利要求2所述的高能电池组加热温度控制方法,其特征在于,

充电枪供电加热模式中,加热膜的功率为100w,风扇不工作;

电池供电加热模式中,加热膜的功率为60w,风扇不工作;

电池提前均热模式中,加热膜的功率为60w,风扇功率300w;

均温模式中,加热膜的功率为0,风扇功率300w。

一种高能电池组加热温度控制系统及其控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及电池热管理和电池安全领域,尤其涉及一种高能电池组加热温度控制系统及其控制方法。

背景技术

[0002] 动力电池作为纯电动汽车唯一的动力来源,其使用性能直接影响汽车动力性能、续航里程以及整车性能。随着电池能量密度的不断上升,低温快充,常温快充的需求不断上升。在低温情况下快速启动电动汽车或对电池组快速升温进行充电都严重影响工作效率和安全性,并造成对电池的损伤,影响电池组的循环使用寿命。

[0003] 基于电池在低温下的一系列问题,为了保证电池的充放电性能,避免电池循环使用寿命的减少,保障电动汽车动力性能,需要对电池的工作温度进行完美控制。

[0004] 为了提高加热效率,一般的加热策略都是用加热装置定功率加热电池到指定温度,尽管采用这种方法可以使电池的某些部位的温度达到设置的目标温度,但是由于电池的导热系数各向异性导致电池的温度分布很不均匀,对于方形电池来说,垂直于叠层方向的导热系数远远小于周向导热系数;对于圆柱形电池而言,轴向导热系数也远远小于周向导热系数。低温启动和低温快速充电过程中,电池温度分布不均匀容易使电池出现安全问题。

发明内容

[0005] 本发明为解决目前的技术不足之处,提供了一种高能电池组加热温度控制系统,通过协同作用保证电池的良好充放电性能。

[0006] 本发明的另一目的是提供一种高能电池组加热温度的控制方法,利用温度控制系统的协同作用控制能够快速实现电池加热到目标温度,并能保证电池单体和模组温度的一致性,使电池组工作时各个部位都处于合理的温度范围内。

[0007] 本发明提供的技术方案为:一种高能电池组加热温度控制系统,包括:

[0008] 电池组剩余电量检测系统,其用于检测电池剩余电量;

[0009] 电池组温度检测系统,其用于检测电池温度;

[0010] 电池组加热系统,其用于加热电池;

[0011] 电池组均温系统,其用于均衡电池组的温度;

[0012] 控制器,其连接并控制所述电池组剩余电量检测系统、所述电池组温度检测系统、所述电池组加热系统,并判断电池热管理模式。

[0013] 优选的是,

[0014] 所述电池热管理模式包括:充电枪供电加热模式、电池供电加热模式、电池提前均温模式和均温模式。

[0015] 优选的是,

[0016] 所述电池组加热系统采用石墨烯电加热膜加热。

- [0017] 优选的是，
- [0018] 所述电池组均温系统内设置风扇。
- [0019] 优选的是，
- [0020] 所述电池组加热系统和所述均温系统均设有加热控制器。
- [0021] 一种高能电池组加热温度控制方法，包括：
- [0022] 电池的最佳工作温度区间是 $t_1 \sim t_2$ ，电池安全温差阈值为 Δt ，为了防止加热系统和均温系统在温度不满足条件时频繁启动，电池组经加热系统后温度为 t_h ，且 $t_h = t_1 + \alpha$ ，其中 $1 \leq \alpha \leq 5$ ，电池组经均温系统后温差为 Δt_h ，且 $\Delta t_h = \Delta t - \beta$ ，其中 $1 \leq \beta \leq 5$ ，当插上充电枪后，此时电池组加热系统和均温系统功率都为0，此时电池组温度检测系统检测电池温度，确定电池最小温度和电池最大温差，动力电池组中的BMS准确检测电池的SOC：
- [0023] 当电池最小温度 $t_{\min} \geq t_1$ 且单体电池各部位的温差最大值 $\Delta t_{\max} \geq \Delta t$ 时，启动均温模式，直至电池最小温度 $t_{\min} \geq t_1$ 且单体电池各部位的温差的 $\Delta t_{\max} < \Delta t_h$ ；
- [0024] 当 $t_{\min} < t_1$ 、 $\Delta t_{\max} \leq \Delta t$ 且电池组剩余电量 $\text{SOC} < 20\%$ 时，启动充电枪供电加热模式并不断检测单体电池温度，若 $t_{\min} < t_h$ 且 $\Delta t_{\max} > \Delta t$ ，则启动均温模式；在均温模式中，若 $\Delta t_{\max} < \Delta t_h$ 且 $t_{\min} < t_1$ ，停止均温模式，启动充电枪供电加热模式；在充电枪供电加热模式中，当 $t_{\min} \geq t_h$ 且 $\Delta t_{\max} < \Delta t_h$ ，则关闭充电枪供电加热模式，若 $t_{\min} < t_h$ 且 $\Delta t_{\max} > \Delta t_h$ ，关闭充电枪供电加热模式，启动电池提前均温，直到 $t_{\min} \geq t_1$ 且 $\Delta t_{\max} < \Delta t_h$ ；
- [0025] 当 $t_{\min} < t_1$ 且 $\Delta t_{\max} \geq \Delta t_h$ 时，启动提前均温模式并检测电池温度：若 $t_{\min} \geq t_1$ 且 $\Delta t_{\max} < \Delta t_h$ ，则停止电池提前均温模式。
- [0026] 当 $t_{\min} < t_1$ 、 $\Delta t_{\max} \leq \Delta t$ 且 $\text{SOC} \geq 20\%$ 时，启动电池供电加热模式，并不断检测单体电池温度：若 $t_{\min} < t_h$ 且 $\Delta t_{\max} > \Delta t$ ，则启动均温模式；在均温模式中：若 $t_{\min} < t_1$ 、 $\Delta t_{\max} < \Delta t_h$ ，停止均温模式，启动电池供电加热模式；在电池供电加热模式中：若 $t_{\min} \geq t_h$ 且 $\Delta t_{\max} \leq \Delta t_h$ ，则停止电池供电加热模式；若 $t_{\min} < t_h$ 、 $\Delta t_{\max} > \Delta t_h$ ，停止电池供电加热模式，启动电池提前均温模式，直到电池最小温度 $t_{\min} \geq t_1$ 且单体电池各部位的温差 $\Delta t_{\max} < \Delta t_h$ 。
- [0027] 优选的是，
- [0028] 电池组剩余电量检测系统采用卡尔曼滤波算法检测电池的剩余电量。
- [0029] 优选的是，
- [0030] 充电枪供电加热模式中，加热膜的功率为100w，风扇不工作；
- [0031] 电池供电加热模式中，加热膜的功率为60w，风扇不工作；
- [0032] 电池提前均热模式中，加热膜的功率为60w，风扇功率300w；
- [0033] 均温模式中，加热膜的功率为0，风扇功率300w。
- [0034] 本发明所述的有益效果：利用电池组温度检测系统，电池组剩余电量检测系统、电池组加热系统和电池组均温系统四个装置的协同工作，控制电池的最低温度和温差，保证电池的良好充放电性能，整个控制系统结构合理使用效果好。本发明能够快速实现电池加热到目标温度，另一方面能保证电池单体和模组温度的一致性，使电池组工作时各个部位都处于合理的温度范围内。

附图说明

- [0035] 图1为本发明所述的高能电池组加热温度的控制方法策略逻辑示意图。

[0036] 图2为本发明所述的石墨烯加热膜对电池加热方式图。

具体实施方式

[0037] 下面结合附图对本发明做进一步的详细说明,以令本领域技术人员参照说明书文字能够据以实施。

[0038] 如图1所示,本发明的一种高能电池组加热温度控制系统,包括:电池组剩余电量(SOC)检测系统、电池组温度检测系统、电池组加热系统,电池组均温系统以及控制器。其中,电池组剩余电量(SOC)检测系统用于检测电池剩余电量;电池组温度检测系统用于检测电池温度;电池组加热系统用于加热电池;电池组均温系统用于均衡电池组的温度;控制器连接并控制所述电池组剩余电量(SOC)检测系统、所述电池组温度检测系统、所述电池组加热系统,并判断电池热管理模式。

[0039] 如表1所述电池热管理模式包括:充电枪供电加热模式(工作模式一)、电池供电加热模式(工作模式二)、电池提前均温模式(工作模式三)和均温模式(工作模式四)。

[0040] 表1、电池热管理模式

电池热管理模式	备注
充电枪供电加热	工作模式一
电池供电加热	工作模式二
电池提前均温	工作模式三
均温	工作模式四

[0042] 在另一实施例中,所述电池组加热系统采用石墨烯电加热膜加热,其中石墨烯电加热添加在每列电池之间,如图2所示。

[0043] 在另一实施例中,所述电池组均温系统内设置风扇。

[0044] 在另一实施例中,所述电池组加热系统和所述均温系统均设有加热控制器。

[0045] 在另一实施例中,所述控制器(ECU)连接电池管理系统(BMS),电池管理系统(BMS)连接所述电池组剩余电量(SOC)检测系统、所述电池组温度检测系统、所述电池组加热系统。

[0046] 本发明提供了一种高能电池组加热温度控制方法,具体包括:

[0047] 电池的最佳工作温度区间是 $t_1 \sim t_2$,电池安全温差阈值为 Δt ,为了防止加热系统和均温系统在温度不满足条件时频繁启动,电池组经加热系统后温度为 t_h ,且 $t_h = t_1 + \alpha$,其中 $1 \leq \alpha \leq 5$,电池组经均温系统后温差为 Δt_h ,且 $\Delta t_h = \Delta t - \beta$,其中 $1 \leq \beta \leq 5$,当插上充电枪后,此时电池组加热系统和均温系统功率都为0,此时电池组温度检测系统检测电池温度,确定电池最小温度和电池最大温差,动力电池组中的BMS准确检测电池的SOC:

[0048] (1) 如果检测到电池最小温度 $t_{\min} \geq t_1$ 且单体电池各部位的温差最大值 $\Delta t_{\max} \geq \Delta t$,此时BMS将温度信号传到ECU,启动充电热管理模式中的工作模式四。直至电池最小温度 $t_{\min} \geq t_1$ 且单体电池各部位的温差的 $\Delta t_{\max} < \Delta t_h$ 。

[0049] (2) 如果检测到电池最小温度 $t_{\min} < t_1$ 且单体电池各部位的温差最大值 $\Delta t_{\max} \leq \Delta t$ 和SOC $< 20\%$,此时充电枪供电加热,即启动充电热管理模式中的工作模式一。在加热过程中,温度检测系统不断检测单体电池温度,若发现电池最小温度 $t_{\min} < t_h$ 时温差 $\Delta t_{\max} > \Delta t$,此时启动充电热管理模式中的工作模式四。在均温的过程中若发现温差 $\Delta t_{\max} < \Delta t_h$ 但

此时电池的最小温度 $t_{\min} < t_1$,于是均温系统停止工作,启动充电热管理模式中的工作模式一,加热一段时间后,若发现电池最小温度 $t_{\min} \geq t_h$ 且单体电池各部位的温差的最大值 $\Delta t_{\max} < \Delta t_h$,则加热系统和均温系统都停止工作;若发现 $t_{\min} < t_h$ 时, $\Delta t_{\max} > \Delta t_h$,这时加热系统停止加热,启动工作模式三,直到电池最小温度 $t_{\min} \geq t_1$ 且单体电池各部位的温差的最大值 $\Delta t_{\max} < \Delta t_h$ 。

[0050] (3) 如果开始时就检测到电池最小温度 $t_{\min} < t_1$,单体电池各部位的温差的最大值 $\Delta t_{\max} \geq \Delta t_h$,则立即对电池进行提前均温,即启动充电热管理模式中的工作模式三,提前均温一段时间后若发现电池最小温度 $t_{\min} \geq t_1$ 且单体电池各部位的温差的最大值 $\Delta t_{\max} < \Delta t_h$,则均温系统停止工作,电池温度达到目标要求。

[0051] (4) 如果检测到电池最小温度 $t_{\min} < t_1$ 、单体电池各部位的温差的最大值 $\Delta t_{\max} \leq \Delta t$ 且SOC $\geq 20\%$,此时采用电池自身供电对电池进行加热,即启动充电热管理模式中的工作模式二。在加热过程中,温度检测系统不断检测单体电池温度,若发现电池最小温度 $t_{\min} < t_h$ 时温差 $\Delta t_{\max} > \Delta t$,此时启动充电热管理模式中的工作模式四。在均温的过程中若发现单体电池温差的最大值 $\Delta t_{\max} < \Delta t_h$ 但此时电池的最小温度 $t_{\min} < t_1$,于是均温系统停止工作,启动充电热管理模式中的工作模式二,在电池供电加热模式中:若发现电池最小温度 $t_{\min} \geq t_h$ 且单体电池各部位的温差的最大值 $\Delta t_{\max} \leq \Delta t_h$,则加热系统停止工作,满足要求;若发现 $t_{\min} < t_h$, $\Delta t_{\max} > \Delta t_h$,启动电池提前均温模式,直到电池最小温度 $t_{\min} \geq t_1$ 且单体电池各部位的温差 $\Delta t_{\max} < \Delta t_h$ 。

[0052] 在具体的实施例中,电池组加热系统采用石墨烯电加热膜,电池组均温系统采用风扇。其中石墨烯电加热添加在每列电池之间,如图2所示。具体的控制方法策略如图1所示:

[0053] 当插上充电枪后,此时电池组加热系统和均温系统功率都为0,此时电池组温度检测系统检测电池温度,确定电池最小温度 t_{\min} 和电池最大温差 Δt_{\max} ,动力电池组中的BMS采用卡尔曼滤波算法检测电池的SOC。

[0054] 如果检测到电池最小温度 $t_{\min} \geq 5^\circ\text{C}$ 且单体电池各部位的温差最大值 $\Delta t_{\max} \geq 8^\circ\text{C}$,此时BMS将温度信号传到ECU,启动充电热管理模式中的工作模式四。直到电池最小温度 $t_{\min} \geq 5^\circ\text{C}$ 且单体电池各部位的温差最大值 $\Delta t_{\max} < 4^\circ\text{C}$ 。

[0055] 如果检测到电池最小温度 $t_{\min} < 5^\circ\text{C}$ 、单体电池各部位的温差的最大值 $\Delta t_{\max} \leq 8^\circ\text{C}$ 且SOC $< 20\%$,此时采用充电枪供电加热,即启动充电热管理模式中的工作模式一。在加热过程中,温度检测系统不断检测单体电池温度,若发现电池最小温度 $t_{\min} < 8^\circ\text{C}$ 时温差最大值 Δt_{\max} 却超过了 8°C ,此时关闭充电热管理模式中的工作模式一且启动充电热管理模式中的工作模式四。在均温的过程中若发现温差 $\Delta t_{\max} < 4^\circ\text{C}$ 但此时电池的最小温度 $t_{\min} < 5^\circ\text{C}$,于是均温系统停止工作,启动充电热管理模式中的工作模式一,加热5min后,若发现电池最小温度 $t_{\min} \geq 8^\circ\text{C}$ 且单体电池各部位的温差最大值 $\Delta t_{\max} < 4^\circ\text{C}$,则加热系统停止工作;若发现 $t_{\min} < 8^\circ\text{C}$ 时,温差 Δt_{\max} 却大于等于 5°C ,这时加热系统停止加热,启动工作模式三,直到电池最小温度 $t_{\min} \geq 5^\circ\text{C}$ 且单体电池各部位的温差最大值 $\Delta t_{\max} < 4^\circ\text{C}$ 。

[0056] 如果开始时就检测到电池最小温度 $t_{\min} < 5^\circ\text{C}$,单体电池各部位的温差最大值 $\Delta t_{\max} \geq 5^\circ\text{C}$,则立即对电池进行提前均温,即启动充电热管理模式中的工作模式三,提前均温5min后若发现电池最小温度 $t_{\min} \geq 5^\circ\text{C}$ 且单体电池各部位的温差最大值 $\Delta t_{\max} < 4^\circ\text{C}$,提前均

温系统停止工作,电池温度达到目标要求。

[0057] 如果检测到电池最小温度 $t_{\min} < 5^{\circ}\text{C}$ 、单体电池各部位的最大温差 $\Delta t_{\max} \leq 8^{\circ}\text{C}$ 且 $\text{SOC} \geq 20\%$,此时采用电池本身对电池进行加热,即启动充电热管理模式中的工作模式二。在加热过程中,温度检测系统不断检测单体电池温度,若发现电池最小温度 $t_{\min} < 8^{\circ}\text{C}$ 时温差最大值 Δt_{\max} 却超过了 8°C ,此时启动充电热管理模式中的工作模式四。在均温的过程中若发现温差最大值 $\Delta t_{\max} < 4^{\circ}\text{C}$ 但此时电池的最小温度 $t_{\min} < 5^{\circ}\text{C}$,于是均温系统停止工作,启动充电热管理模式中的工作模式二,加热5min,若发现电池最小温度 $t_{\min} \geq 8^{\circ}\text{C}$ 且单体电池各部位的温差最大值 $\Delta t_{\max} \leq 4^{\circ}\text{C}$,则加热系统停止工作;若发现 $t_{\min} < 8^{\circ}\text{C}$ 时,温差最大值 Δt_{\max} 却大于等于 5°C ,这时加热系统停止加热,启动工作模式三,直到电池池最小温度 $t_{\min} \geq 5^{\circ}\text{C}$ 且单体电池各部位的最大温差 $\Delta t_{\max} < 4^{\circ}\text{C}$ 。

[0058] 本实施例中,各模式状态时的功率如表2所示:

[0059] 表2、各电池充电热管理模式下加热膜和风扇的功率

[0060]

电池热管理模式	备注	加热膜和风扇状态
充电枪供电加热	工作模式一	加热膜功率=100w 风扇功率=0
电池供电加热	工作模式二	加热膜功率=60w 风扇功率=0
电池提前均温	工作模式三	加热膜功率=60w 风扇功率=300w
均温	工作模式四	加热膜功率=0 风扇功率=100w

[0061] 尽管本发明的实施方案已公开如上,但其并不仅仅限于说明书和实施方式中所列运用,它完全可以被适用于各种适合本发明的领域,对于熟悉本领域的人员而言,可容易地实现另外的修改,因此在不背离权利要求及等同范围所限定的一般概念下,本发明并不限于特定的细节和这里示出与描述的图例。

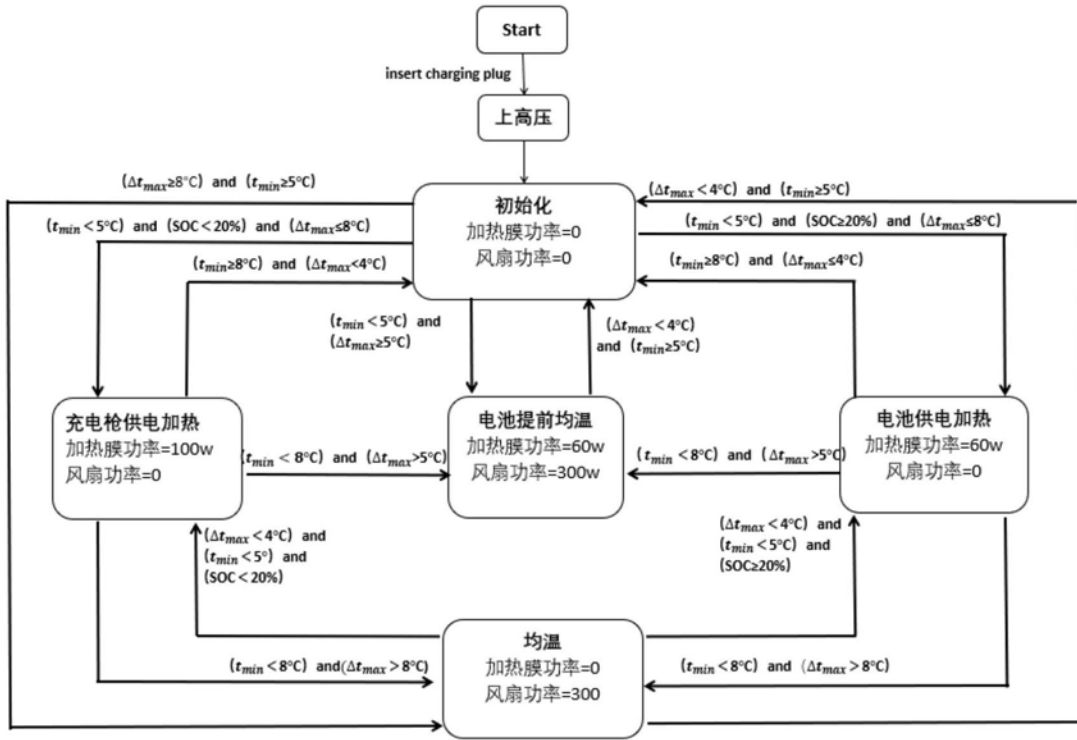


图1

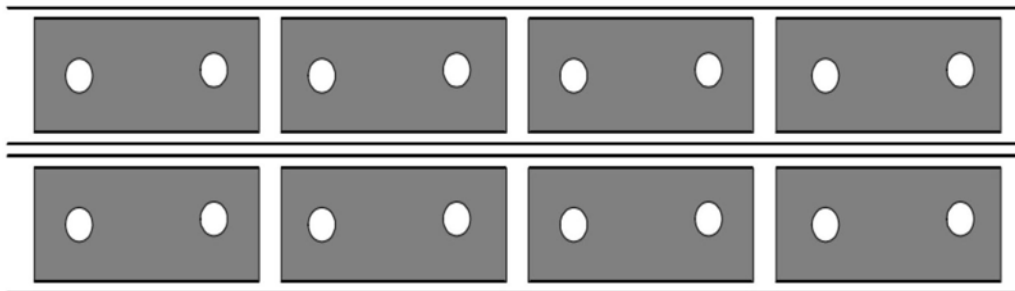


图2