



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102324590 B

(45) 授权公告日 2013. 11. 27

(21) 申请号 201110110503. 0

CN 101938015 A, 2011. 01. 05, 全文.

(22) 申请日 2011. 04. 29

CN 101950995 A, 2011. 01. 19, 权利要求 1、说明书第 3 页第 13 行至第 4 页第 2 行, 说明书附图 1-2.

(73) 专利权人 华南师范大学

地址 510631 广东省广州市天河区中山大道西 55 号

CN 101975927 A, 2011. 02. 16, 全文.

审查员 华亮

(72) 发明人 邱显焕 李小平 李伟善 蒋长林 谭春林

(74) 专利代理机构 广州市华学知识产权代理有限公司 44245

代理人 裘晖

(51) Int. Cl.

H01M 10/50 (2006. 01)

H01M 10/48 (2006. 01)

(56) 对比文件

EP 1777794 A2, 2007. 04. 25, 全文.

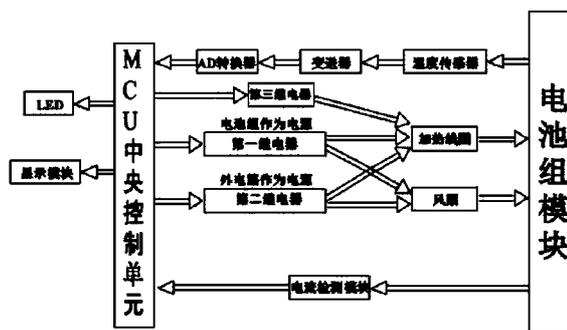
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 2 页

(54) 发明名称

锂离子动力电池组充放电过程中温度控制系统及方法

(57) 摘要

本发明涉及锂离子动力电池组充放电过程中温度控制系统及方法, 其系统包括电池组模块、温度检测单元、温度调节单元、控制电路、用于通过检测电池组电流方向的电流检测模块; 控制电路包括相连接的中央控制单元、继电器; 电池组模块、温度检测单元、中央控制单元依次连接, 电流检测模块连接在中央控制单元与电池组模块之间; 中央控制单元根据电流检测模块所检测到的电池组电流方向、温度检测单元所检测到的电池温度, 通过继电器启动或关闭温度调节单元对电池组的温度调节。本发明能根据电池组的温度调节输出电流的大小, 根据充电或放电情况下选择外加电路或电池组对温度条件单元提供电流, 达到安全、节能、提高电池能量利用率的目的。



1. 锂离子动力电池组充放电过程中温度控制系统,包括电池组模块、温度检测单元、温度调节单元、控制电路,其特征在于:还包括用于通过检测电池组电流方向以检测所述电池组模块处于充电状态或放电状态的电流检测模块;所述控制电路包括相连接的中央控制单元、继电器;所述电池组模块、温度检测单元、中央控制单元依次连接,所述继电器、温度调节单元、电池组模块依次连接,所述电流检测模块连接在中央控制单元与电池组模块之间;所述中央控制单元根据电流检测模块所检测到的电池组电流方向、温度检测单元所检测到的电池温度,通过继电器启动或关闭温度调节单元对电池组的温度调节;

所述温度检测单元包括依次连接的温度传感器、变送器和 AD 转换器;其中温度传感器设有若干个,若干个温度传感器分布在电池组模块不同位置且分别与电池组模块连接;AD 转换器与中央控制单元连接。

2. 根据权利要求 1 所述的锂离子动力电池组充放电过程中温度控制系统,其特征在于:所述温度调节单元设有若干个温度调节级别。

3. 根据权利要求 2 所述的锂离子动力电池组充放电过程中温度控制系统,其特征在于:所述温度调节单元包括加热单元和风冷单元;所述继电器包括第一继电器、第二继电器、第三继电器;所述第一继电器分别与中央控制单元、加热单元和风冷单元连接,所述第二继电器分别与中央控制单元、加热单元和风冷单元连接,所述第三继电器分别与中央控制单元、加热单元连接;所述风冷单元还直接与中央控制单元连接,受中央控制单元控制而输出若干个级别的风冷速度。

4. 根据权利要求 3 所述的锂离子动力电池组充放电过程中温度控制系统,其特征在于:所述加热单元为加热线圈;所述风冷单元为风扇。

5. 根据权利要求 1 所述的锂离子动力电池组充放电过程中温度控制系统,其特征在于:所述中央控制单元为 MCU 中央控制单元。

6. 基于权利要求 3 所述控制系统的锂离子动力电池组充放电过程中温度控制方法,其特征在于包括以下步骤:

S1、初始化电路,判断系统是否启动;系统启动后根据电流检测模块检测到的电池组的电流方向,判断电池组是处于充电还是放电状态,当电池组处于充电状态时,接通第二继电器,采用外加电路作为风扇和加热线圈的电源,当电池组处于放电状态时,接通第一继电器,采用电池组作为风扇和加热线圈的电源;

S2、初始化各温度传感器,将温度传感器检测到的温度信息,经过变送器、AD 转换器转换后送往中央控制单元;中央控制单元对温度信息进行比较判断;

S3、当中央控制单元判断得出温度传感器检测到电池组的温度达到低温设定值时,对继电器发送指令,接通加热线圈,并且根据分布在电池组模块不同位置的任意两个温度传感器检测到的温度差值 $\Delta T$ 的大小,控制输出不同的 PWM 值,从而控制风冷单元输出不同级别的风冷速度将经加热单元加热后的空气吹往电池组,对电池均匀加热;当中央控制单元判断得出温度传感器检测到电池组的温度在电池正常运行的范围内,断开加热单元,控制风冷单元对电池组散热;当中央控制单元判断得出温度传感器检测到电池组的温度达到高温设定值时,断开加热单元,输出最大的 PWM 值,使风冷单元以最快速度转动来对电池组散热。

7. 根据权利要求 6 所述的锂离子动力电池组充放电过程中温度控制方法,其特征在于

所述步骤 S3 包括以下步骤：

当中央控制单元判断得出温度传感器检测到电池组的温度处于第一温度时，接通第三继电器，使加热单元开始工作，再根据分布在电池组模块不同位置的任意两个温度传感器检测到的温度差值 $\Delta T$ 的大小，控制 PWM 的输出值，当温度差值 $\Delta T < 3$  时，使输出 PWM=5，当温度差值 $\Delta T > 4$  时，使输出 PWM=8，从而使风冷单元具有不同的转速，将经加热单元加热后的空气吹往电池组，对电池组进行均匀加热；

当中央控制单元判断得出温度传感器检测到电池组的温度处于第二温度时，断开第三继电器，加热单元停止工作，使输出 PWM=0，风冷单元停止工作；

当中央控制单元判断得出温度传感器检测到电池组的温度处于第三温度时，使输出 PWM 值在 0-5 之间变换；

当中央控制单元判断得出温度传感器检测到电池组的温度处于第四温度时，使输出 PWM=9，风冷单元按最高转速工作。

## 锂离子动力电池组充放电过程中温度控制系统及方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于电源管理技术领域,特别涉及锂离子动力电池组放电过程中温度控制系统及方法。

### 背景技术

[0002] 纯电动汽车正常运行所需锂离子动力电池数目在 100-130 个左右,为了方便管理和后期维护,一般采用模块化设计,每个电池模块由 10-13 个电池串联组成;由于车辆上装载电池的空间有限,所以电池与电池之间是密堆积的。当电池组在充电时,或者车辆在高速、低速、加速、减速等交替变换的不同行驶状况下以不同倍率放电时,都会以不同的速率产生热量,加上空间狭窄,因而随着时间的累积将会聚集大量热量,从而导致电池组运行环境温度变化较大。而动力电池的性能对温度变化较敏感。当电池组在低温时,尤其是在  $-10^{\circ}\text{C}$  以下时,电池活性明显降低,电池的欧姆内阻和极化内阻增加,电池组的放电能力下降,放电平台变低,且更加容易达到放电截止电压,使得电池的实际可用容量减小、能量利用效率下降。在低温充电时,由于电池的活性差,大电流充电情况下,容易在一瞬间产生大量热量,使电池发生热失控或爆炸,特别是容易使电池负极石墨的嵌入能力下降,这样电池正极反应放出的锂离子可能在电池负极沉积下来,造成锂枝晶的形成,使得可用的锂离子减少,严重的时候造成电池内部短路。当电池在充放电过程中,各种化学反应和电化学反应所放出的大量热容易在电池内部积聚,如果得不到及时通风散热,将导致电池组系统的温度过高或温度分布不均匀,其结果将降低电池充放电循环效率,影响电池的功率和能量发挥,严重时还将导致热失控,影响系统安全性与可靠性。再者,由于发热电池体的密集摆放,中间区域必然热量聚集较多,边缘区域较少则增加了电池组中各单体之间的温度不均衡,这将造成各电池模块、单体性能的不均衡,影响电池性能的一致性及电池荷电状态(SOC)估计的准确性,最终影响到电动车的系统控制。这就需要在电池组模块的结构设计中添加温度控制系统来保证电池单体的正常运行,使得电池组中每个电池都能发挥出最佳性能。

[0003] 锂离子电池内部产生的热量主要是源自四部分:反应热、极化热、焦耳热和分解热。反应热是由于电池内部的各种化学反应而产生的热量,这部分热量在充电时为负值,在放电时为正值。极化热是电池在充放电过程中,由于电池的极化,电池的平均电压会与开路电压有所偏差,而导致产生的热量,这部分热量在充放电的时候都为正值。焦耳热这部分热量是由于电池内部存在电阻而产生的,在充放电的过程中这部分热量都为正值。分解热是电池的电极在自放电的存在下电极的分解而产生的热量,这部分热量在充放电的时候都很小,因而可以忽略不计。由于反应热在充电时为负值,在放电时为正值,因此电池在放电过程中的热生成率要大于充电过程中的热生成率,从而导致放电时电池温度要比充电时电池的温度高。对于一个完全充满电状态下的锂离子全电池,它在可逆放电过程中的总反应中呈现了放热效应。

[0004] 锂离子电池组的散热主要有风冷、液冷和相变材料等模式:使用液体作为传热介

质,池壁面之间换热系数高,冷却、加热速度快;不足之处在于:密封性要求高;重量相对较大;维修和保养复杂;需要水套、换热器等部件,结构相对复杂。相变材料(例如液体石蜡)的传热蓄热能力最强,且在达到相变温度时可以大量吸热或放热而不升温降温,通过选用合适的相变材料能够使电池单体有效地达到热平衡,很好的控制电池温度上下限,避免产生温度过高过低的现象,但这需要考虑到导电性,安全性,还有密封性,以及以后的维修方便性,还要考虑到电池模块整体的重量,研发制造成本高等问题。目前最有效且最常用的还是采用风冷模式,以空气作为散热介质。但目前的风冷模式,都由电池组提供电流,无法自动调整风冷装置的排风量来控制电池模块的温度。

[0005] 锂离子电池组模块的加热方式主要有:流体加热、加热板加热、发热线缠绕加热、电热膜包覆加热等。流体加热是指空气或液体加热后引入到在电池模块中,然后将热量传递给电池,但是出于电池模块中流速及空间的限制,气态空气将热量传导到固态电池上效率较低,且各处流速不均,很难保证均匀传热。目前采用的加热板加热、发热线缠绕加热、电热膜包覆加热等方式,容易使电池组升温过快,加上加热丝靠近电池,容易造成短路等事故。

#### 发明内容

[0006] 本发明的首要目的在于克服现有技术的缺点和不足,提供一种锂离子动力电池组充放电过程中温度控制系统。该系统电路结构简单,便于后期维护,反映准确迅速,具有电池组温度实时监控、智能控制电池组温度、高低温报警等功能,能根据电池组的温度智能调节输出电流的大小,控制风扇的转速,同时根据充电或放电情况下选择外加电路或电池组对风扇和加热线圈提供电流,达到安全、节能、提高电池能量利用率的目的。

[0007] 本发明的另一目的是提供一种锂离子动力电池组充放电过程中温度控制方法。

[0008] 本发明的首要目的通过下面的技术方案实现:锂离子动力电池组充放电过程中温度控制系统,包括电池组模块、温度检测单元、温度调节单元、控制电路,还包括用于通过检测电池组电流方向以检测所述电池组模块处于充电状态或放电状态的电流检测模块;所述控制电路包括相连接的中央控制单元、继电器;所述电池组模块、温度检测单元、中央控制单元依次连接,所述继电器、温度调节单元、电池组模块依次连接,所述电流检测模块连接在中央控制单元与电池组模块之间;所述中央控制单元根据电流检测模块所检测到的电池组电流方向、温度检测单元所检测到的电池温度,通过继电器启动或关闭温度调节单元对电池组的温度调节。

[0009] 所述温度检测单元包括依次连接的温度传感器、变送器和AD转换器;其中温度传感器设有若干个,若干个温度传感器分布在电池组模块不同位置且分别与电池组模块连接;AD转换器与中央控制单元连接。

[0010] 所述温度调节单元设有若干个温度调节级别。

[0011] 所述温度调节单元包括加热单元和风冷单元;所述继电器包括第一继电器、第二继电器、第三继电器;所述第一继电器分别与中央控制单元、加热单元和风冷单元连接,所述第二继电器分别与中央控制单元、加热单元和风冷单元连接,所述第三继电器分别与中央控制单元、加热单元连接;所述风冷单元还直接与中央控制单元连接,受中央控制单元控制而输出若干个级别的风冷速度。

[0012] 所述加热单元为加热线圈；所述风冷单元为风扇。

[0013] 所述中央控制单元为 MCU 中央控制单元。

[0014] 本发明的另一目的通过下面的技术方案实现：锂离子动力电池组充放电过程中温度控制方法，包括以下步骤：

[0015] S1、初始化电路，判断系统是否启动；系统启动后根据电流检测模块检测到的电池组的电流方向，判断电池组是处于充电还是放电状态，当电池组处于充电状态时，接通第二继电器，采用外加电路作为风扇和加热线圈的电源，当电池组处于放电状态时，接通第一继电器，采用电池组作为风扇和加热线圈的电源；

[0016] S2、初始化各温度传感器，将温度传感器检测到的温度信息，经过变送器、AD 转换器转换后送往中央控制单元；中央控制单元对温度信息进行比较判断；

[0017] S3、当中央控制单元判断得出温度传感器检测到电池组的温度达到低温设定值时，对继电器发送指令，接通加热线圈，并且根据分布在电池组模块不同位置的任意两个温度传感器检测到的温度差值  $\Delta T$  的大小，控制输出不同的 PWM 值，从而控制风冷单元输出不同级别的风冷速度将经加热单元加热后的空气吹往电池组，对电池均匀加热；当中央控制单元判断得出温度传感器检测到电池组的温度在电池正常运行的范围内，断开加热单元，控制风冷单元对电池组散热；当中央控制单元判断得出温度传感器检测到电池组的温度达到高温设定值时，断开加热单元，输出最大的 PWM 值，使风冷单元以最快速度转动来对电池组散热。

[0018] 优选地，所述步骤 S3 包括以下步骤：

[0019] 31、当中央控制单元判断得出温度传感器检测到电池组的温度处于第一温度时，接通第三继电器，使加热单元开始工作，再根据分布在电池组模块不同位置的任意两个温度传感器检测到的温度差值  $\Delta T$  的大小，控制 PWM 的输出值，当温度差值  $\Delta T < 3$  时，使输出 PWM = 5，当温度差值  $\Delta T > 4$  时，使输出 PWM = 8，从而使风冷单元具有不同的转速，将经加热单元加热后的空气吹往电池组，对电池组进行均匀加热；

[0020] 32、当中央控制单元判断得出温度传感器检测到电池组的温度处于第二温度时，断开第三继电器，加热单元停止工作，使输出 PWM = 0，风冷单元停止工作；

[0021] 33、当中央控制单元判断得出温度传感器检测到电池组的温度处于第三温度时，使输出 PWM 值在 0-5 之间变换；

[0022] 34、当中央控制单元判断得出温度传感器检测到电池组的温度处于第四温度时，使输出 PWM = 9，风冷单元按最高转速工作。

[0023] 本发明的原理：根据电流检测到的是充电状态还是放电状态，来选择外加电路或电池组作为风扇和加热线圈的电源；根据温度传感器检测到的温度过低还是过高，来决定对电池组进行加热或者散热；另外，多级控制风扇的转速，从而控制电池组的温度在正常范围内。这样，不仅能安全有效地控制电池组的温度，还能根据充放电情况选择外电路或电池组作为风扇和加热线圈的电源，提高电池组能量的使用效率，同时达到节能的目的。

[0024] 本发明相对于现有技术具有如下的优点及效果：

[0025] (1)、通过加热线圈来加热空气，然后控制风扇的转速吹送加热后的空气，以对电池组加热；这样不仅能减少现有技术中因为电加热丝靠近电池而造成的短路危险，防止电池组升温过快，还能对电池组均匀加热，提高对电池组加热的安全性。

[0026] (2)、通过电流检测模块检测电池组处于充电或放电状态,为风扇和加热线圈选择合适的电源,防止电池组在一边处于充电的情况下,一边放电,提高了电池组的使用寿命。

[0027] (3)、通过温度传感器检测到的温度,控制 PWM 输出,直接控制风扇转速的大小,使设计电路简化,减少不必要的电流输出,提高电池组能量的使用效率。这便于产业化批量生产或自动化生产,既能保证生产效率又能保证产品品质。

[0028] (4)、程序功能强大,PWM 控制技术是用微处理器的数字输出来对模拟电路进行控制的一种非常有效的技术,其控制简单,灵活和动态响应好,通过以数字方式控制模拟电路,可以大幅度降低系统的成本和功耗。

[0029] (5)、本发明不仅能智能控制电池组的温度,还能显示电池组当前的温度,对于高温和低温,都能产生相应的报警信号,使用户更清楚、更直接的了解到电池组的温度状态。

[0030] (6)、本发明成本低,通过风冷方式对电池模块散热,使电池模块的设计和构造更加简单,简化了控制系统,便于后期维护和管理。

#### 附图说明

[0031] 图 1 是本控制系统的结构示意图;

[0032] 图 2 是本系统程序控制总流程示意图;

[0033] 图 3 是本系统低温加热流程示意图;

[0034] 图 4 是本系统散热流程示意图。

#### 具体实施方式

[0035] 下面结合附图,对本发明做进一步详细的描述。

[0036] 实施例

[0037] 本发明的锂离子动力电池组充放电过程中温度控制系统,如图 1 所示,包含 MCU(单片机)中央控制单元、LED 指示灯、显示模块、AD 转换器、变送器、若干个温度传感器,以及第一继电器、第二继电器、第三继电器、加热线圈、风扇、电流检测模块和电池组模块。所述若干个温度传感器分布在电池组模块的不同位置,且分别连接在电池组与变送器之间,用于实时监控电池组的温度;所述继电器、电加热线圈、风扇用于在低温状态下对电池组加热,在高温状态下对电池组散热。所述的电池模块由 10-13 个电池组成。

[0038] 在本实施例中,电池组模块上设置温度传感器的位置,包括电池组模块中每个电池的中间、两端;也就是说,将若干温度传感器设置在电池组模块的不同位置时,可以是将温度传感器设置在组成电池组模块的 10-13 个电池的中间或两端。

[0039] 所述的 MCU 中央控制单元通过输入引脚分别与 AD 转换器、变送器、温度传感器连接;温度传感器将采集到的电池组的温度信息传送到 MCU 中央控制单元;MCU 中央控制单元通过输出引脚分别与第一继电器、第二继电器和第三继电器相连;第一继电器分别与加热线圈和风扇相连,第一继电器接通时电池组作为加热线圈和风扇的电源;第二继电器分别与加热线圈和风扇相连,第二继电器接通时外加电路作为加热线圈和风扇的电源;第三继电器与电加热线圈相连;MCU 中央控制单元的 PWM 输出端与风扇相连,从而将控制指令输送到加热线圈和风扇。在具体实施时,可在 MCU 中央控制单元的 PWM(脉宽宽度调制)输出程序中,将 PWM 的输出值分成 0-9 个等级。

[0040] 所述 MCU 中央控制单元还分别与 LED 指示灯、显示模块相连；通过 LED 指示灯输出报警信号；通过显示模块显示电池组的当前温度，以及高温“H”或低温“L”字样。电流检测模块连接在 MCU 中央控制单元与电池组之间，用于通过检测电池组的电流方向来检测电池组当前是在充电状态还是放电状态。

[0041] 参见图 2-4，本发明的锂离子动力电池组充放电过程中温度控制方法，包括以下步骤：

[0042] 1、初始化电路，判断系统是否启动；系统启动后根据电流检测模块检测到的电池组的电流方向，判断电池组是处于充电还是放电状态，当电池组处于充电状态时，接通第二继电器，采用外加电路作为风扇和加热线圈的电源，当电池组处于放电状态时，接通第一继电器，采用电池组作为风扇和加热线圈的电源。

[0043] 2、初始化各温度传感器，将温度传感器检测到的温度信息，经过变送器、AD 转换器转换后送往 MCU 中央控制单元；MCU 中央控制单元对温度信息进行比较判断。

[0044] 3、当 MCU 中央控制单元判断得出温度传感器检测到电池组的温度达到低温设定值时，对继电器发送指令，接通电加热线圈，并且根据分布在电池组模块不同位置的任意两个温度传感器检测到的温度差值  $\Delta T$  的大小，控制输出不同的 PWM 值，从而控制风扇具有不同的转速，将经加热线圈加热后的空气吹往电池组，对电池均匀加热；当 MCU 中央控制单元判断得出温度传感器检测到电池组的温度在电池正常运行的范围内，断开加热线圈，输出 PWM 值在 0-5 之间变换，从而控制风扇对电池组散热；当 MCU 中央控制单元判断得出温度传感器检测到电池组的温度达到高温设定值时，断开加热线圈，输出最大的 PWM 值，使风扇以最快速度转动来对电池组散热。该步骤在具体实施时，可分为以下几个步骤：

[0045] 31、当 MCU 中央控制单元判断得出温度传感器检测到电池组的温度处于第一温度（即低温设定值，例如可设为  $-10^{\circ}\text{C}$ ）时，接通第三继电器，使加热线圈开始工作，再根据分布在电池组模块不同位置的任意两个温度传感器检测到的温度差值  $\Delta T$  的大小，控制 PWM 的输出值，当温度差值  $\Delta T < 3$  时，使输出  $\text{PWM} = 5$ ，当温度差值  $\Delta T > 4$  时，使输出  $\text{PWM} = 8$ ，即输出较大值的 PWM 值，从而使风扇具有不同的转速，将经加热线圈加热后的空气吹往电池组，对电池组进行均匀加热。在显示模块中显示当前电池组的温度，并且显示“L”字样，表示当前电池组处于低温状态，相应的 LED 报警指示灯亮。

[0046] 32、当 MCU 中央控制单元判断得出温度传感器检测到电池组的温度处于第二温度时，断开第三继电器，加热线圈停止工作，使输出  $\text{PWM} = 0$ ，即输出最小的 PWM 值，风扇停止工作，节省电流的输出，同时显示模块中显示当前电池组的温度。

[0047] 33、当 MCU 中央控制单元判断得出温度传感器检测到电池组的温度处于第三温度（即电池正常运行时的温度）时，使输出 PWM 值在 0-5 之间变换，即输出的 PWM 值为中等的，风扇按正常转速工作，说明电池组处于正常工作状态，显示模块中显示当前电池组的温度。当电池组温度在正常温度范围情况下，显示模块只显示当前电池组温度，这样可以使用户方便、直接的了解到当前电池组的温度状态。

[0048] 34、当 MCU 中央控制单元判断得出温度传感器检测到电池组的温度处于第四温度（即高温设定值）时，使输出  $\text{PWM} = 9$ ，即输出最大的 PWM 值，风扇按最高转速工作，说明电池组处于高温状态，显示模块中显示当前电池组的温度，并且显示“H”字样，表示当前电池组处于高温状态，相应的 LED 报警指示灯亮。

[0049] 上述实施例为本发明较佳的实施方式,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。

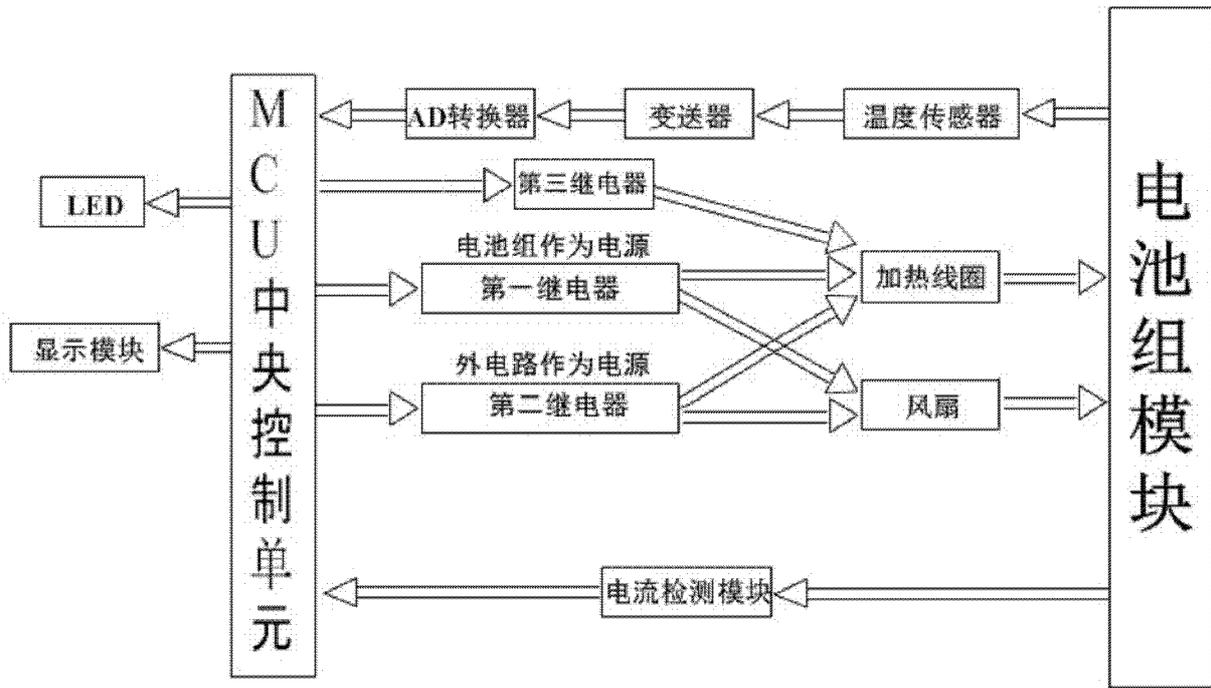


图 1

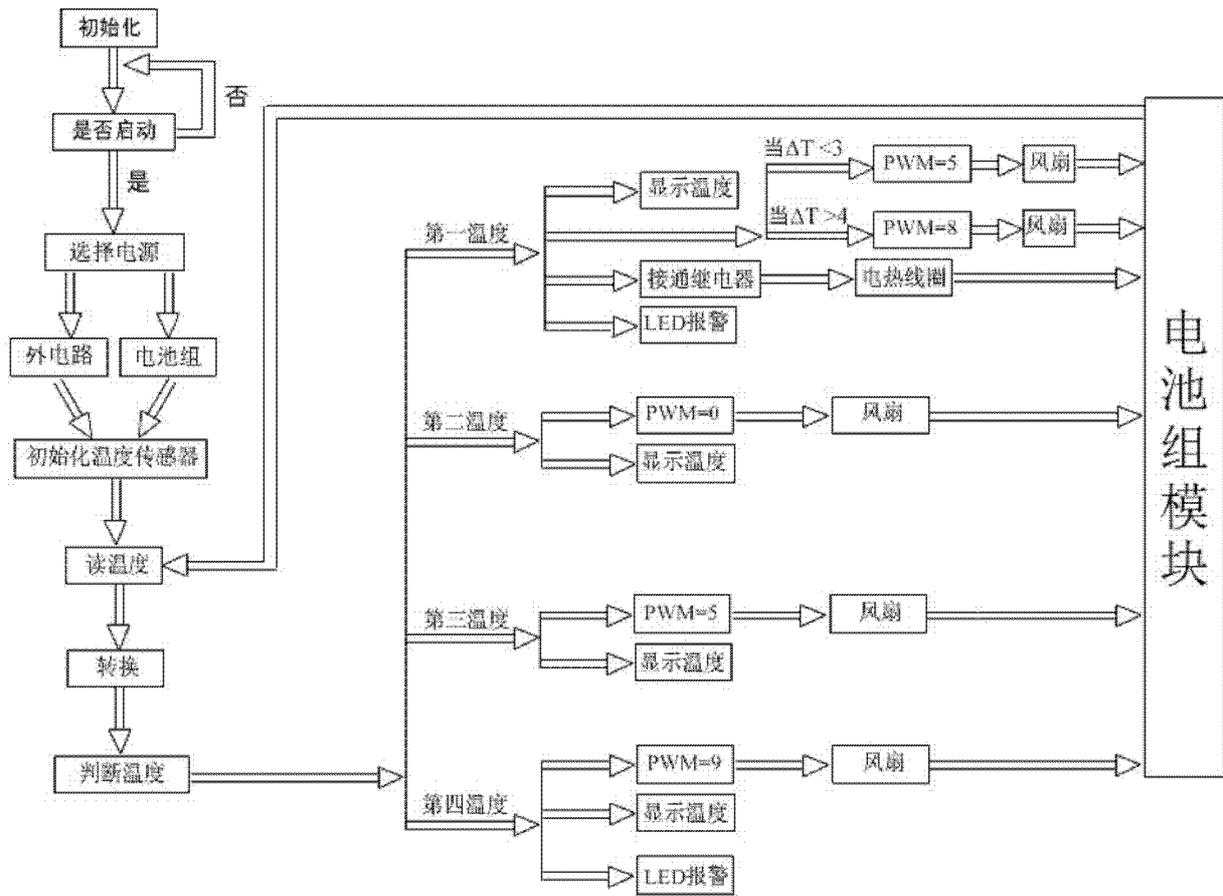


图 2

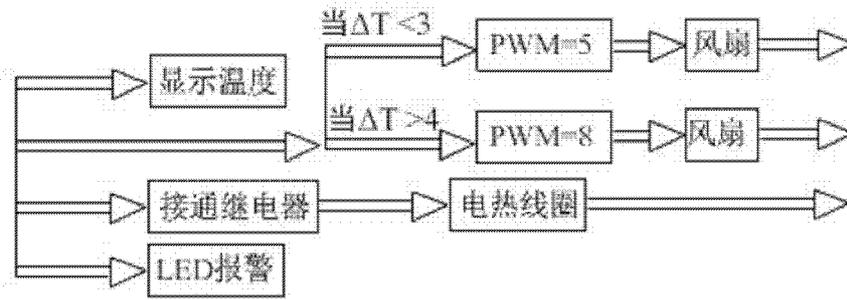


图 3

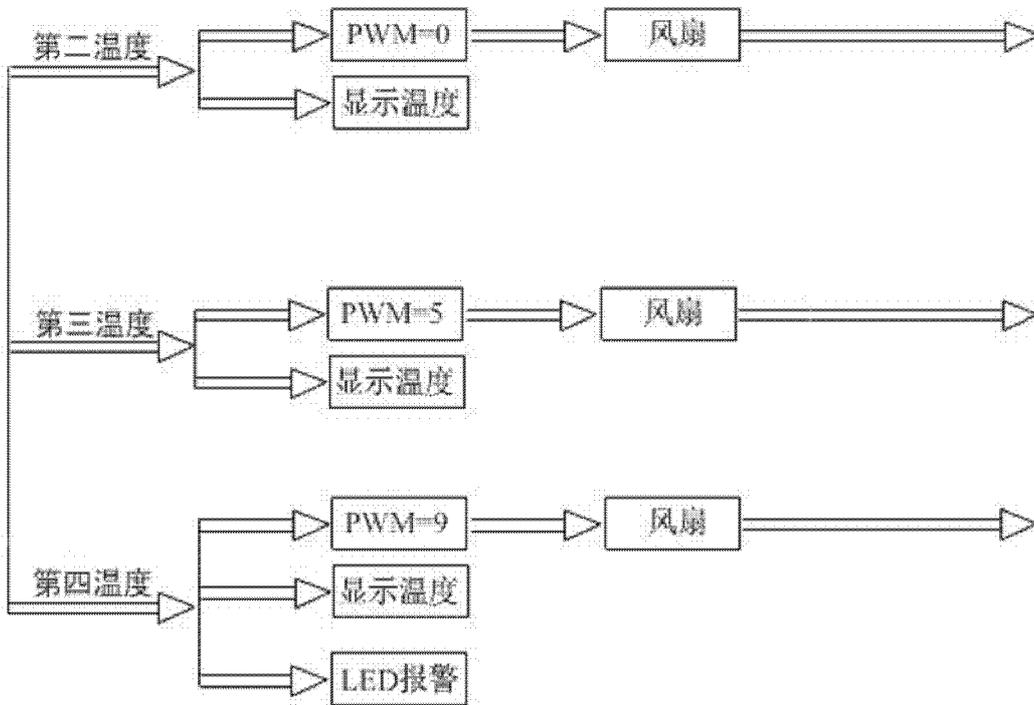


图 4