



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103730707 A
(43) 申请公布日 2014. 04. 16

(21) 申请号 201310488287. 2

(22) 申请日 2013. 10. 18

(71) 申请人 吉林省高新电动汽车有限公司
地址 130103 吉林省长春市高新区超越大街
与越达路交汇

(72) 发明人 李铀 吴伟静 刘宏伟 丁宁
初亮 沈帅

(74) 专利代理机构 长春众益专利商标事务所
(普通合伙) 22211

代理人 余岩

(51) Int. Cl.

H01M 10/635(2014. 01)

H01M 2/02(2006. 01)

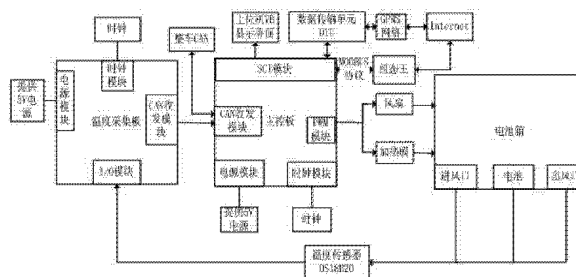
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

电动汽车恒温电池箱及其热管理控制方法

(57) 摘要

一种电动汽车恒温电池箱及其热管理控制方法,通过对电池组在不同充放电倍率和不同风速下进行 FLUENT 仿真得到的温度场分布来计算确定电池箱散热、加热以及保温材料的选型;在对电池箱体进行设计时,重点对电池箱壳体、风道、夹具以及风扇门进行了设计,并针对电池组两端温度低等问题提出了解决方案;在研究热管理控制方法时,开发了一套热管理软硬件控制系统,硬件包括温度采集板和温度主控板,软件使用 FreecaleCodewarrior 进行编程,利用模糊控制来控制加热膜和风扇工作;远程监控系统负责采集实车数据,以便系统选型;利用 VB 软件制作电池热管理系统的上位机界面,能够实时显示温度曲线和当前温度值,并能进行历史数据查询。



1. 一种电动汽车恒温电池箱,其特征在于包括:

电池箱体,主要包括带有保温材料、加热膜的主箱体壳、散热风道和固定装置,主箱体壳上开有风扇安装孔和散热门;

温度采集板和主控板构成的控制系统,温度采集板主要是通过温度传感器 DS18B20 采集电池箱内电池表面、进风口以及出风口的温度,主控板主要是根据温度采集板采集到的温度利用模糊控制来控制加热膜或风扇,完成电池箱的散热和加热功能;

远程监测部分,积累实车数据,计算平均电流、峰值电流及峰值车速,为风扇选型、加热膜选型及风扇小门的开启、环境温度计算提供实车数据。

2. 根据权利要求 1 所述的电动汽车恒温电池箱,其特征在于:沿着散热风道在电池箱体底面焊接有角铁,在电池箱体上部中间的凹沟上安装横梁装置,在电池箱体侧面安装一小门。

3. 根据权利要求 1 所述的电动汽车恒温电池箱,其特征在于:对加热膜和风扇的控制采用模糊控制,模糊控制利用温差 E 和温差的变化率 ΔE 作为模糊控制器的输入量,经过模糊推理输出控制量 U ,实现对 PWM 信号占空比的模糊控制。

4. 根据权利要求 1 所述的电动汽车恒温电池箱的热管理控制方法,其特征在于:在实车额定功率运行时箱内温差不超过 3°C ,车辆在平均功率下运行箱内温度不高于设定温度 5°C ,峰值功率下运行箱内温度不高于设定温度 10°C ,其具体散热控制策略如下:(1)环境温度低于 30°C ,箱内温度在 $30\text{--}32^{\circ}\text{C}$ 之间,低速散热;(2)环境温度不超过 30°C ,箱内温度 $32\text{--}34^{\circ}\text{C}$,中速散热;(3)环境温度不超过 30°C ,箱内温度大于 34°C ,高速散热;(4)环境温度高于 30°C ,电池存在较大的温升变化率,高速散热。

5. 根据权利要求 4 所述的电动汽车恒温电池箱的热管理控制方法,其特征在于:为了确定控制温度和加热时间,加热控制策略如下:(1)冬天环境温度高于 0°C 时不进行加热;(2)箱内温度在 $-10^{\circ}\text{C}\text{--}0^{\circ}\text{C}$ 时,对电池预加热 20min 后进行充电,充电时继续加热 20min,若电池温升速率大于 $1^{\circ}\text{C}/\text{min}$,则说明刚停车,只是电池表面温度较低,停止预加热;(3)箱内温度在 $-20\text{--}-10^{\circ}\text{C}$ 时,对电池预加热 45min,充电时继续加热 15min,若电池温升速率大于 $1^{\circ}\text{C}/\text{min}$,加热至电池表面温度 10°C ,停止加热进行充电;(4)箱内温度低于 -20°C 时,对电池进行预加热 70min,充电时继续加热 15min。

电动汽车恒温电池箱及其热管理控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及到电动汽车恒温电池箱的设计及热管理系统的开发,属于节能与新能源领域。

背景技术

[0002] 随着能源危机和环境污染的日益严重,电动汽车的发展越来越引起人们的重视,动力电池是纯电动汽车唯一的动力能源,它的工作性能和寿命受环境温度的影响很大。在高温环境下充放电时,电池内部不可逆反应物生成速度加快,不可逆反应物的增多导致电池可用容量的加速减少,当电池的可用容量衰减到电池额定容量的 80% 时,电池的寿命终结;电池在低温环境下充放电时,电池的内阻加大,放电电压平台降低,可充放容量减少,电池的充放电效率明显减低,且对电池本身有一定的损害,因此,对电动汽车电池的热特性研究及热管理系统的开发有着重要的意义。

[0003] 目前,温度场的预测、电池热场的计算、散热结构的设计与改进、传热介质等是国内外研究的热点。国外对于电池组热管理系统的研究主要在新型冷却方法上,如新兴的相变材料(PCM)冷却方法。S. A. Hallaj 和 J. R. Selman 通过对全封闭的电池单体之间填充相变材料研究其散热效果;Bartek Kras 和 Marcin Ciosek 利用珀耳贴效应研制开发了主动式电池组热管理系统。国内对于电池组热管理系统的研究主要是恒温电池箱散热通道的流场分析和电池组温度场的仿真分析,改进电池本体结构及恒温电池箱体的设计,以及电池管理系统中热管理模块的研究等。国内学者李茂德研究放电过程中的产热值及电池温度场分布;彭强等利用 CFD 仿真研究单体电池热效应模型及电池组的串行结构散热,但他并没有考虑对电池组的加热和保温功能,也没有做出具体的电池箱实物;奇瑞公司利用加热套来加热电池,这种方式加热使电池受热均匀,加热速度较快,但是利用这种方式进行加热,在高温环境下给散热带来了麻烦。

发明内容

[0004] 本发明的目的是提供一种电动汽车恒温电池箱,能够实现自加热和保温功能,而且解决了高温环境下加热电池箱的散热问题。

[0005] 为实现上述目的,本发明提供一种电动汽车恒温电池箱,其特征在于包括:

电池箱体,主要包括带有保温材料、加热膜的主箱体壳、散热风道和固定装置,主箱体壳上开有风扇安装孔;

温度采集板和主控板构成的控制系统,温度采集板主要是通过温度传感器 DS18B20 采集电池箱内电池表面、进风口以及出风口的温度,主控板主要是根据温度采集板采集到的温度利用模糊控制来控制加热膜或风扇,完成电池箱的散热和加热功能。

[0006] 远程监测部分,积累实车数据,计算平均电流、峰值电流及峰值车速,为风扇选型、加热膜选型及风扇小门的开启、环境温度计算提供实车数据。

[0007] 为了满足并行散热风道的设计以及电池组的固定,沿着散热风道在电池箱体底面

焊接有角铁；为了防止电池组上下跳动，在电池上部中间的凹沟上安装横梁装置。

[0008] 散热风扇的控制策略要能保证散热的均匀性，即在实车额定功率运行时箱内温差不超过 3°C ；能满足实车平均功率和峰值功率需求，即车辆在平均功率下运行箱内温度不高于设定温度 5°C ，峰值功率下运行箱内温度不高于设定温度 10°C 。其具体散热控制策略如下：(1) 环境温度低于 30°C ，箱内温度在 $30\text{--}32^{\circ}\text{C}$ 之间，低速散热。(2) 环境温度不超过 30°C ，箱内温度 $32\text{--}34^{\circ}\text{C}$ ，中速散热。(3) 环境温度不超过 30°C ，箱内温度大于 34°C ，高速散热。(4) 环境温度高于 30°C ，电池存在较大的温升变化率，高速散热。

[0009] 电池箱实际使用时，当春天环境温度为 5°C 或者高于 5°C 时，将电池箱小门打开，当秋天在同样温度下将电池箱小门关闭，以散发冬天电池放电产生的热量，防止夏天出现热失控。

[0010] 通过运用 FLUENT 软件对带有加热膜的电池组进行温度场仿真，发现运用底部加热膜加热的效率更高。但考虑到电池组在低温下充放电效率极低，故本电池箱采用上下加热膜同时加热的加热方式，但是，需要减小上加热膜的功率，以免上加热膜温升过大，导致加热膜损坏。

[0011] 为了确定控制温度和加热时间，经计算得到如下加热控制策略：(1) 冬天环境温度高于 0°C 时不进行加热；(2) 箱内温度在 $-10^{\circ}\text{C}\text{--}0^{\circ}\text{C}$ 时，对电池预加热 20min 后进行充电，充电时继续加热 20min，若电池温升速率大于 $1^{\circ}\text{C}/\text{min}$ ，则说明刚停车，只是电池表面温度较低，停止预加热；(3) 箱内温度在 $-20\text{--}-10^{\circ}\text{C}$ 时，对电池预加热 45min，充电时继续加热 15min，若电池温升速率大于 $1^{\circ}\text{C}/\text{min}$ ，加热至电池表面温度 10°C ，停止加热进行充电；(4) 箱内温度低于 -20°C 时，对电池进行预加热 70min，充电时继续加热 15min。

[0012] 由于硬质聚氨酯具有绝热、隔音、防震效果好，重量轻，比强度大等优点，故本电池箱选用它作为保温材料。在电池箱的制作过程中，将它夹在电池箱壁之间，压紧即可。

[0013] 由于箱体的结构是两层，中间夹有保温材料，且箱体要承受一定的压力，所以在箱壁中都焊接一定数量的矩形管。另外，矩形管内部有空气存在，管内的间隙较大，空气存在对流换热和热传导，也会从中带走热量，所以在矩形管内部也应填充上聚氨酯发泡。

[0014] 控制系统对于加热时间的控制，要求既能减少能量的损耗又能改善电池组的低温性能，提高能量消耗和能量转化的比值；对风扇的控制，采用高、中、低档，要求既能减少能量的损耗，又能使电池组工作在合适的温度范围内。

[0015] 温度采集板主芯片采用飞思卡尔的 16 位微处理器 MC9S12DG128，该芯片能满足在电池温度管理系统及电压电流采集的需求；考虑到 CPU 要做电池剩余能量估算等，主控板芯片采用飞思卡尔的 16 位微处理器 MC9S12XEP100，MC9S12XE 系列单片机具有 32 位和 16 位微处理器的所有功效和优点，被专门用于汽车控制，且具有低功耗、高效代码率、EMC 和低成本等优点。

[0016] 温度的采集采用 DS18B20 温度传感器，它能够在单根信号线上挂接多个温度值，而且直接输出数字信号，省去了信号滤波 - 放大 - 转化等环节，可以提高测温精度和响应的速度。用于检测电池箱箱内温度，当箱内温度低于或超过设定值时，PWM 会产生一定占空比的波形，经过 MC33385 放大之后，来控制加热膜和风扇。

[0017] 对加热膜和风扇的控制采用模糊控制，模糊控制利用温差 E 和温差的变化率 ΔE 作为模糊控制器的输入量，经过模糊推理输出控制量 U ，实现对 PWM 信号占空比的模糊控

制。

[0018] 在能满足电池箱温度基本恒定的基础上,考虑成本的影响,对加热膜的控制采用固态继电器,对风扇的控制采用普通电磁继电器。

[0019] 控制系统的电源管理芯片选用汽车专用电源管理芯片 TLE6361,它输入电压范围广,标准的汽车 24V、12V 电压都可以作为该电源芯片的输入,可以输出 2.6V、3.3V 和 5V 多种工作电压,其中,5V 为芯片供电,3.3V 为 SD 卡供电。

[0020] 电池箱本身具有较好的保温效果,热量散发较慢,所以需要对其加热膜或风扇进行提前控制,来减少箱内温度的波动。通过对加热系统或风扇的提前控制,能减少由于开关控制带来的控制误差,有效减少稳态时的超调量。

[0021] 对仪器的网络化设计——CAN 网络和无线远程监测网络。CAN 网络用于与整车进行通信;远程监测系统监测计算电池组的平均电流、峰值电流及峰值车速,为风扇选型,加热膜选型及风扇小门的开启环境温度计算提供实车数据。

[0022] 利用 VB 制作了热管理系统界面,方便系统调试,通过串口读取数据,并实时显示数据和实时变化曲线,可调用微软的 Access2003 数据库,对数据进行积累,并能根据日期查询数据库。

[0023] 本发明通过运用流体仿真软件 FLUENT 对电池箱进行加热、散热和保温仿真,为风扇等部件的选型和布置位置提供依据;通过对热管理软硬件的设计及调试,制定合理的控制策略,使温度的采集以及控制更加精确;通过对远程监控部分的设计,监测计算电池组的平均电流、峰值电流及峰值车速,为部件选型及控制策略制定提供实车数据;通过建立热管理系统界面,方便系统调试及箱内温度监测。综上,本发明集电池箱及其热管理控制方法为一体为电池提供了几乎恒定的温度条件,从而可以使电池无论在高温还是低温条件下都能有较大的可用容量和较长的使用寿命,降低纯电动车的成本,增加纯电动车的续驶里程。

附图说明

[0024] 图 1 为恒温电池箱总体结构框图;

图 2 为恒温电池箱控制策略框图。

具体实施方式

[0025] 本发明公开了一种恒温电池箱及其热管理控制方法,其中电池采用的是神舟远望的 330Ah 磷酸铁锂电池。首先运用 FLUENT 软件进行流场仿真,从而确定风扇、加热膜以及保温材料的选型,并针对电池组固定、两端温度低等问题在结构上提出了解决方案,最后开发了一套热管理软硬件控制系统,利用模糊控制来控制加热膜和风扇工作,并利用 VB 软件制作电池热管理系统的实时显示和历史数据查询界面。

[0026] 参照图 1,电池箱内电池、进风口以及出风口的温度由温度传感器 DS18B20 检测,通过温度采集板的 I/O 模块采集,再经 CAN 收发模块传给主控板,主控板根据采集到的温度高低,选择相应的加热和散热控制策略,通过 PWM 模块控制加热膜和风扇工作。主控板的 SCI 模块同时与远程监控系统 and 上位机进行通信,远程监控系统通过监测计算电池组的平均电流、峰值电流及峰值车速,将这些数据通过 DTU 在上位机组态王上实时显示。主控板从温度采集板传来的温度则在上位机 VB 界面上实时显示。

[0027] 温度采集板主芯片采用飞思卡尔的 16 位微处理器 MC9S12DG128, 该芯片能满足在电池温度管理系统及电压电流采集的需求; 考虑到 CPU 要做电池剩余能量估算等, 主控板芯片采用飞思卡尔的 16 位微处理器 MC9S12XEP100, MC9S12XE 系列单片机具有 32 位和 16 位微处理器的所有功效和优点, 被专门用于汽车控制, 且具有低功耗、高效代码率、EMC 和低成本等优点。

[0028] 温度的采集采用 DS18B20 温度传感器, 它能够在单根信号线上挂接多个温度值, 而且直接输出数字信号, 省去了信号滤波 - 放大 - 转化等环节, 可以提高测温精度和响应的速度。用于检测电池箱箱内温度, 当箱内温度低于或超过设定值时, PWM 会产生一定占空比的波形, 经过 MC33385 放大之后, 来控制加热膜和风扇。

[0029] 对加热膜和风扇的控制采用模糊控制, 模糊控制不用建立数学模型, 利用温差 E 和温差的变化率 ΔE 作为模糊控制器的输入量, 经过模糊推理输出控制量 U , 实现对 PWM 信号占空比的模糊控制。

[0030] 在能满足电池箱温度基本恒定的基础上, 考虑成本的影响, 对加热膜的控制采用固态继电器, 对风扇的控制采用普通电磁继电器。

[0031] 控制系统的电源管理芯片选用汽车专用电源管理芯片 TLE6361, 它输入电压范围宽, 标准的汽车 24V、12V 电压都可以作为该电源芯片的输入, 可以输出 2.6V、3.3V 和 5V 多种工作电压, 其中, 5V 为芯片供电, 3.3V 为 SD 卡供电。

[0032] 电池箱本身具有较好的保温效果, 热量散发较慢, 所以需要提前做好控制, 来减少箱内温度的波动。通过对加热系统或风扇的提前控制, 能减少由于开关控制带来的控制误差, 有效减少稳态时的超调量。

[0033] 利用 VB 制作了热管理系统界面, 方便系统调试, 通过串口读取数据, 并实时显示数据和实时变化曲线, 可调用微软的 Access2003 数据库, 对数据进行积累, 并能根据日期查询数据库。

[0034] 远程监控系统通过数据传输单元 DTU 实时监测计算电池组的平均电流、峰值电流及峰值车速, 并将这些信息通过 GPRS 网络和 Internet 网络传送给上位机, 数据在组态王上实时显示, 为风扇选型, 加热膜选型及风扇小门的开启环境温度计算提供实车数据。

[0035] 在散热系统的选型中, 首先要通过比热容、导热系数的测量等实验得到电池的热物性参数和生热速率模型, 从而用 FLUENT 仿真建立了电池单体生热模型, 再以单体实验来验证了此模型的正确性。接着建立电池成组模型, 通过在不同充放电倍率和不同风速条件下的仿真, 为风扇的选型提供了依据。

[0036] 在加热及保温材料的选型中, 也是通过改变边界条件对电池组进行温度场仿真, 分别是在电池组单独顶部、单独底部、顶部和底部加加热膜进行仿真, 发现底部加热的加热效果明显好于顶部加热的加热效果, 但是顶部和底部同时加热相对来说更能保证电池箱的加热效果。故最终选择顶部和底部同时加热, 并且对加热膜的位置进行了合理布置。本电池箱选用的是硅胶柔性加热膜, 它具有较强的抗压性和热密度, 能够将电池放在其表面快速进行热传导, 上表面的加热膜通过加热空气, 然后通过空气对电池组进行加热, 下表面的加热膜直接对电池组进行加热。由于硬质聚氨酯具有绝热、隔音、防震效果好, 重量轻, 比强度大等优点, 故选用它作为保温材料。在电池箱的制作过程中, 将它夹在电池箱壁之间并压紧即可。

[0037] 在箱体结构的设计中,主要包括带有保温材料、加热膜的主箱体壳,并且带有散热风道和固定装置,还有安装风扇的4个圆孔以及需要春天打开通风的小门,保温材料夹在箱壁之间,由于箱体要承受一定的压力,所以在箱壁中都焊接一定数量的矩形管。另外,矩形管内部有空气存在,管内的间隙较大,空气存在对流换热和热传导,也会从中带走热量,所以在矩形管内部也应填充上保温材料聚氨酯发泡。

[0038] 在控制系统的开发中,首先需要根据计算和实验制定详细的加热和散热控制策略,再根据控制策略开发控制系统的软硬件。其中,硬件包括采集板和主控板,采集板主要采集电池箱内电池表面的温度,主控板主要是根据采集板采集到的温度利用模糊控制来控制加热膜或风扇完成电池箱的散热和加热功能。软件采用 Freescale Codewarrior 对控制策略进行编程,再经模糊控制后将采集到的温度在用 VB 制作的热管理系统界面上实时显示。

[0039] 为了满足并行散热风道的设计以及电池组的固定,采用将角铁沿着散热风道焊接在电池箱体底面的固定方式;为了防止电池组上下跳动,在电池上部中间的凹沟上安装横梁装置;为了减少由于紧贴箱壁的加热膜与外部环境之间的温差带来的热量损失,将箱盖和箱底都做了加厚处理;为了补偿电池箱两端电池的热量损失,除了在电池箱的两端增加底部加热膜的面积外,还增加了两端箱壁内保温材料的厚度等。

[0040] 附图2为恒温电池箱热管理控制策略框图。控制策略分为散热控制策略和加热控制策略两部分。散热风扇的控制策略要能保证散热的均匀性,即在实车额定功率运行时箱内温差不超过 3°C ;能满足实车平均功率和峰值功率需求,即车辆在平均功率下运行箱内温度不高于设定温度 5°C ,峰值功率下运行箱内温度不高于设定温度 10°C 。加热时间的控制策略要既能减少能量的损耗又能改善电池组的低温性能,提高能量消耗和能量转化的比值。

[0041] 空气在对电池进行冷却时,温度会不断升高,为了减少电池箱两端之间的温差,在进风口和出风口各装有两个风扇,以便交替使用。风扇分为三档,将风速为 3m/s 定为低档,即低速散热;风速为 6m/s 定为中档,即中速散热;风速为 8m/s 定为高档,即高速散热。

[0042] 散热控制策略:(1)环境温度低于 30°C ,箱内温度在 $30\text{--}32^{\circ}\text{C}$ 之间,低速散热;(2)环境温度不超过 30°C ,箱内温度 $32\text{--}34^{\circ}\text{C}$,中速散热;(3)环境温度不超过 30°C ,箱内温度大于 34°C ,高速散热;(4)环境温度高于 30°C ,电池存在较大的温升变化率,高速散热。

[0043] 加热控制策略:(1)冬天环境温度高于 0°C 时不进行加热;(2)箱内温度在 $-10^{\circ}\text{C}\text{--}0^{\circ}\text{C}$ 时,对电池预加热 20min 后进行充电,充电时继续加热 20min ,若电池温升速率大于 $1^{\circ}\text{C}/\text{min}$,则说明刚停车,只是电池表面温度较低,停止预加热(3)箱内温度在 $-20\text{--}-10^{\circ}\text{C}$ 时,对电池预加热 45min ,充电时继续加热 15min ,若电池温升速率大于 $1^{\circ}\text{C}/\text{min}$,加热至电池表面温度 10°C ,停止加热进行充电;(4)箱内温度低于 -20°C 时,对电池进行预加热 70min ,充电时继续加热 15min 。

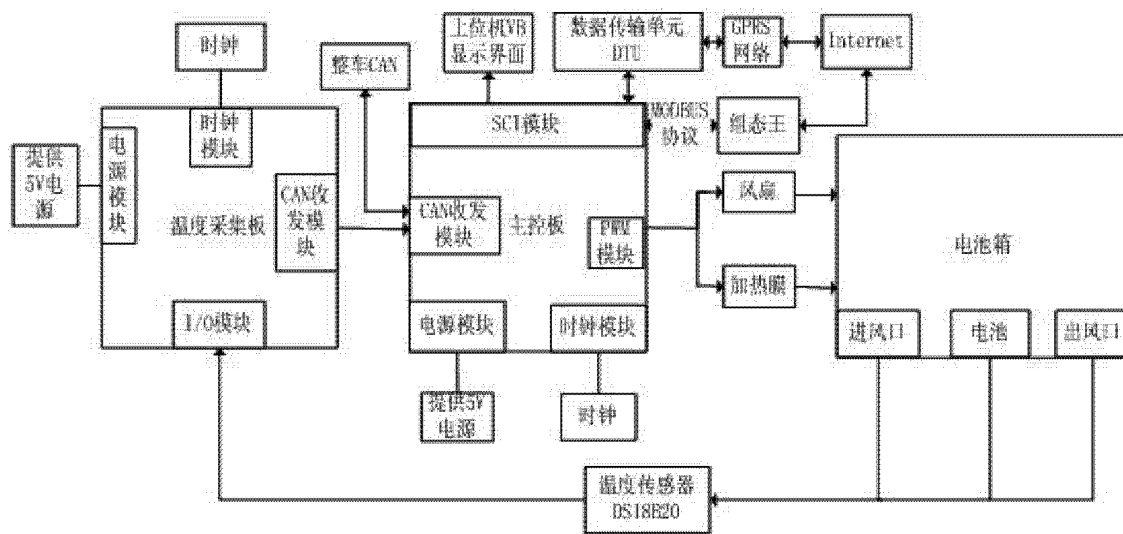


图 1

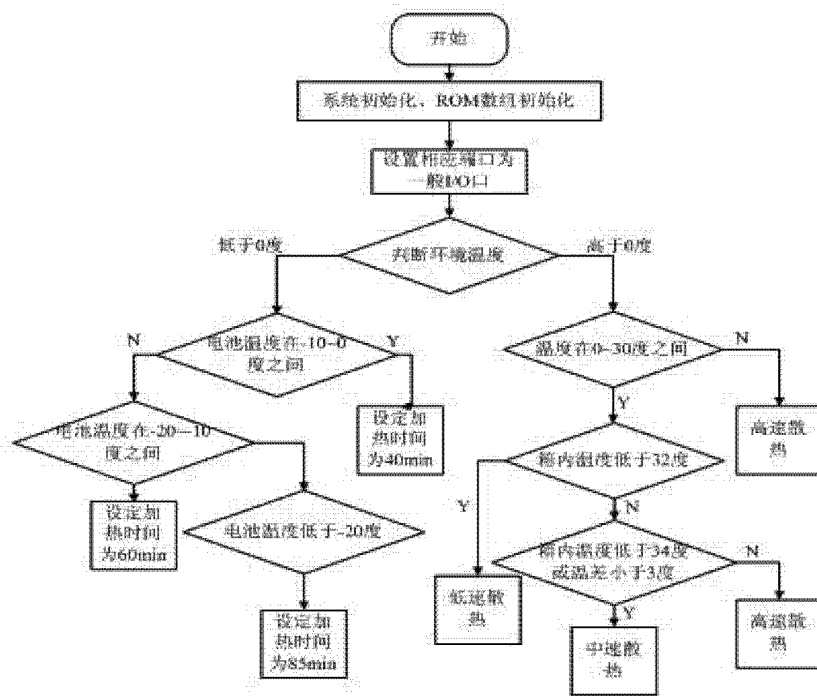


图 2