



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109271700 A
(43)申请公布日 2019.01.25

(21)申请号 201811051950.1

(22)申请日 2018.09.10

(71)申请人 柯瑞林

地址 518000 广东省深圳市龙华新区观澜
大布巷社区观光路1301号银银星科技
大厦7楼A705

(72)发明人 柯达远 王玲

(74)专利代理机构 深圳壹舟知识产权代理事务
所(普通合伙) 44331

代理人 寇闯

(51)Int.Cl.

G06F 17/50(2006.01)

G06N 3/04(2006.01)

H01M 10/633(2014.01)

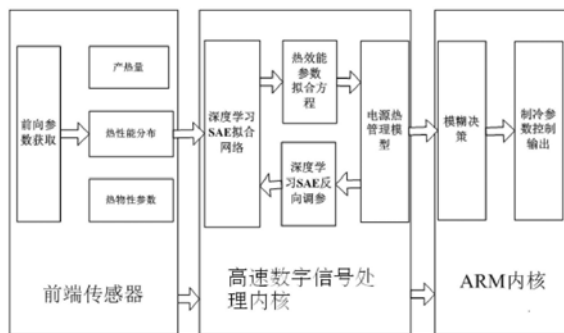
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

基于深度学习多层网络建模的电池热管理
方法及系统

(57)摘要

本发明提供了一种基于深度学习多层网络建模的电池热管理方法及系统,所述方法包括以下步骤:S1、测量电池的热物性参数,其中包括电池的密度、比热容;S2、根据电池热物性参数,建立电池的三维热效应方程,求解电池的三维热效应方程,得到的解就是电池的温度场分布情况;S3、建立电池热效应模型;S4、根据电池的热效应模型,通过前向参数的自适应拟合方法,其中前向参数包括产热量、热性能分布、热物性参数,获取热能参数控制输出方程;通过反向的制冷控制参数,形成热控制方程参数的配置,建立不同的冷却方式对电池进行温度调控。本发明采用自适应反向导热管理方式对电池进行温度调控,可有效进行热控制,维持电池运行的稳定性和安全性。



1. 一种基于深度学习多层网络建模的电池热管理方法,其特征在于,包括以下步骤:

S1、测量电池的热物性参数,所述热物性参数包括电池的密度、比热容;

S2、根据电池热物性参数,建立电池的三维热效应方程,对应的公式如下,

$$\rho c_p \frac{\partial T}{\partial t} = \lambda_x \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \lambda_y \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \lambda_z \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} + q$$

式中,T为电池的温度,t为时间, ρ 为电池内部材料的平均密度,q为电池单位体积产热速率, c_p 为电池的定压比热容, λ_x 、 λ_y 、 λ_z 是电池在三维正交方向上的导热系数,求解得电池的温度场分布情况;

S3、建立电池热效应模型

根据电池的基本参数,包括标称容量、标称电压、放电截止电压、充电截止电压、内阻参数,结合电池的串联及并联热分布方式,形成在深度学习多层网络下电池组的热效应模型;

S4、根据电池的热效应模型,通过前向参数的自适应拟合方法,获取热能参数控制输出方程,其中前向参数包括产热量、热性能分布、热物性参数;通过反向的制冷控制参数,形成热控制方程参数的配置,建立不同的冷却方式对电池进行温度调控。

2. 根据权利要求1所述的电池热管理方法,其特征在于,所述冷却方式采用的冷却源包括风、液体和电。

3. 根据权利要求1所述的电池热管理方法,其特征在于,步骤S1中采用前端传感器获取前向参数,步骤S4中采用高速数字信号处理内核处理器进行深度学习SAE拟合网络,包括计算热效能参数拟合方程,建立电源热管理模型、深度学习SAE反向调参。

4. 根据权利要求1所述的电池热管理方法,其特征在于,还包括以下步骤:ARM内核根据电池热管理模型作出的模糊决策,输出制冷控制参数。

5. 一种基于深度学习多层网络建模的电池热管理系统,其特征在于,包括:

前端传感器,所述前端传感器设置于电池箱体中用于获取前向参数,所述前向参数包括产热量、热性能分布、热物性参数;

电池管理控制器,所述电池管理控制器包括高速数字信号处理内核和ARM内核,所述高速数字信号处理内核用于进行深度学习SAE拟合网络,所述ARM内核根据电池热管理模型作出的模糊决策,输出制冷控制参数,以及冷却装置,所述冷却装置用于对电池组进行制冷散热。

6. 根据权利要求5所述的电池热管理系统,其特征在于,所述前端传感器包括温度传感器、密度传感器。

7. 根据权利要求5所述的电池热管理系统,其特征在于,所述前端传感器通过信号调节器与电池管理控制器连接。

8. 根据权利要求5所述的电池热管理系统,其特征在于,所述电池管理控制器与单体管理单元之间的通讯组网方式为总线形式。

9. 根据权利要求2所述的电池热管理系统,其特征在于,所述冷却装置包括风冷装置、液体冷却装置、热管冷却装置和相变材料冷却装置中的至少一种。

基于深度学习多层网络建模的电池热管理方法及系统

技术领域

[0001] 本发明属于电池热管理技术领域,特别涉及一种基于深度学习多层网络建模的电池热管理方法及系统。

背景技术

[0002] 电池是新能源汽车的核心部件,其性能的好坏直接影响到汽车的工作情况。电池需要进行大电流的充放电,其内部发生剧烈的电化学反应,此过程中会产生大量的热量,导致电池温度的急剧变化,单体电池有最佳工作温度范围,由于电化学性能的差异,不同种类电池的最佳温度范围不同,例如铅酸电池的最佳温度范围为25~45℃,而镍氢电池的最佳工作温度范围为20~40℃,电池温度每上升10℃,电池内部的电化学反应速率就会成倍增加。电池内部的温升亦会对充放电容量和功率造成大的影响。由于电池内部的反应是活性物质向惰性状态的变化,所以在任何条件下,电池的充放电容量和功率的降级是不可避免的,但是在高温环境下的降级尤其剧烈,此时电池内部的欧姆热阻将急剧增加,这样电池的开路电压(即工作电压)就会大幅度的降低,对外所能输出的功就相应的减少,进而导致充放电容量和功率的急剧降级。

[0003] 通常新能源电池组由大量的电池单体紧密排布在一起,聚集的热量难以排出,长时间工作时电池温度可能超出正常范围,而电池温度的变化又直接影响着电池的安全性、循环寿命、放电容量及充放电效率等性能,严重时会导致热失效,影响电池的安全性和可靠性,尤其内部有害化学反应速度的加快,将永久性的破坏电池的结构,进而减少电池的工作寿命,进而影响整车的工作性能。

[0004] 因此,电池系统的热管理方法是电源管理的核心内容,其管理方法及控制输出参数的精度及性能决定着新能源汽车整车的性能,在车用电池组中加入热管理系统很有必要。

发明内容

[0005] 为解决以上问题,本发明提出一种自适应深度学习网络及其应用,该自适应深度学习网络通过前向的热参数,热性能分布的自适应拟合方法,获取热能参数控制输出方程;还通过反向的控制参数形成热控制参数的配置,建立不同的冷却方式,如利用风,液体,电等来进行电池温度调节的一种基于深度学习多层网络建模的电池热管理方法及系统。

[0006] 本发明提供一种基于深度学习多层网络建模的电池热管理方法,包括以下步骤:

[0007] S1、测量电池的热物性参数,所述热物性参数包括电池的密度、比热容;

[0008] S2、根据电池热物性参数,建立电池的三维热效应方程,对应的公式如下,

$$[0009] \quad \rho c_p \frac{\partial T}{\partial t} = \lambda_x \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \lambda_y \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \lambda_z \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} + q$$

[0010] 其中,T为电池的温度,t为时间, ρ 为电池内部材料的平均密度,q为电池单位体积

产热速率, c_p 为电池的定压比热容, λ_x 、 λ_y 、 λ_z 是电池在三维正交方向上的导热系数, 求解得电池的温度场分布情况;

[0011] S3、建立电池热效应模型

[0012] 根据电池的基本参数, 包括标称容量、标称电压、放电截止电压、充电截止电压、内阻参数, 结合电池的串联及并联热分布方式, 形成在深度学习多层网络下电池组的热效应模型;

[0013] S4、根据电池的热效应模型, 通过前向参数的自适应拟合方法, 获取热能参数控制输出方程, 其中前向参数包括产热量、热性能分布、热物性参数; 通过反向的制冷控制参数, 形成热控制方程参数的配置, 建立不同的冷却方式对电池进行温度调控。

[0014] 本发明还公开了一种基于深度学习多层网络建模的电池热管理系统, 包括前端传感器、电池管理控制器以及冷却装置, 所述前端传感器设置于电池箱体中用于获取前向参数, 所述前向参数包括产热量、热性能分布、热物性参数; 所述电池管理控制器包括高速数字信号处理内核和ARM内核, 所述高速数字信号处理内核用于进行深度学习SAE拟合网络, 所述ARM内核根据电池热管理模型作出的模糊决策, 输出制冷控制参数, 所述冷却装置用于对电池组进行制冷散热。

[0015] 其中, 所述前端传感器包括温度传感器、密度传感器。

[0016] 所述的前端传感器通过信号调节器与电池管理控制器连接。

[0017] 具体地, 所述电池管理控制器与单体管理单元之间的通讯组网方式为总线形式。

[0018] 其中, 所述的冷却方式采用的冷却装置包括风冷装置、液体冷却装置、热管冷却装置和相变材料冷却装置中的至少一种。

[0019] 本发明的有益效果如下:

[0020] 本发明采用深度学习多层网络的框架, 通过SAE网络拟合方法, 结合电池的产热量、产热性能分布、热物性参数和控制方程等, 形成了在深度学习多层网络下电池组的热效应模型, 该模型根据热能参数的控制方程拟合获取, 当温度超过了最大允许的工作温度, 采用自适应反向导热管理方式对电池进行温度调控, 降低对电池的寿命、放电容量等造成损害, 有效进行热控制, 维持电池运行的稳定性和安全性, 进而有效保证电池供电系统例如新能源汽车的运行安全。

附图说明

[0021] 下面结合附图, 通过对本发明的具体实施方式详细描述, 将使本发明的技术方案及其它有益效果显而易见。

[0022] 图1为本发明提供的电池热管理方法实施例示意图;

[0023] 图2为多层SAE (Stacked Autoencoder) 网络模型示意图;

[0024] 图3为本发明提供的电池热管理方法以及对应硬件的实施例示意图;

[0025] 图4为基于多层SAE网络的深度学习反向调参及实施方法架构示意图。

具体实施方式

[0026] 为更进一步阐述本发明所采取的技术手段及其效果, 以下结合本发明的优选实施例及其附图进行详细描述。

[0027] 请参考图1-4,本发明提供一种基于深度学习多层网络建模的电池热管理方法,包括以下步骤:

[0028] S1、测量电池的热物性参数,包括电池的密度、比热容等;

[0029] S2、根据电池热物性参数,建立电池的三维热效应方程,公式如下,

$$[0030] \quad \rho c_p \frac{\partial T}{\partial t} = \lambda_x \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \lambda_y \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \lambda_z \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} + q$$

[0031] 式中,T为电池的温度,t为时间, ρ 为电池内部材料的平均密度,q为电池单位体积产热速率, c_p 为电池的定压比热容, λ_x 、 λ_y 、 λ_z 是电池在三维正交方向上的导热系数,求解得电池的温度场分布情况;

[0032] S3、建立电池热效应模型

[0033] 根据电池的基本参数,如标称容量、标称电压、放电截止电压、充电截止电压、内阻参数,同时结合电池的串联及并联热分布方式,形成在深度学习多层网络下电池组的热效应模型;

[0034] S4、根据电池的热效应模型,通过前向参数的自适应拟合方法,获取热能参数控制输出方程,其中前向参数包括产热量、热性能分布、热物性参数;通过反向的制冷控制参数,形成热控制方程参数的配置,建立不同的冷却方式对电池进行温度调控,由此进行SAE网络参数无监督控制参数学习。

[0035] 上述步骤S2中,所建立的电池的三维热效应模型,即电池的三维热效应方程,对该三维热效应方程求解,得到的解就是电池的温度场分布情况。本发明实施例中针对的电池优选为锂离子电池。

[0036] 上述冷却方式中,可以采用的冷却装置为风冷装置、液体冷却装置、热管冷却装置和相变材料冷却装置中的至少一种,优选为风冷装置,即气体冷却方式。在本发明更具体的实施方式中,请参考图3,本发明公开了一种基于深度学习多层网络建模的电池热管理系统,包括前端传感器、电池管理控制器、驱动装置以及冷却装置,所述前端传感器设置于电池箱体中用于获中的前向参数;所述电池管理控制器包括高速数字信号处理内核和ARM内核,采用高速数字信号处理内核,进行SAE网络的无监督自学习,通过并行总线将控制参数传到ARM内核,同时由ARM内核完成对电池的精度控制,通过精度控制后的传感器反馈,实现电池温度的平衡。

[0037] 具体地,所述高速数字信号处理内核用于在步骤S2、S3和S4中进行深度学习SAE拟合网络,包括计算热效能参数拟合方程,建立电池热效应管理模型、深度学习SAE反向调参,所述ARM内核根据电池热管理模型作出模糊决策,输出制冷控制参数,ARM内核完成电池的精度控制,通过精度控制后的传感器反馈,完成电池温度的平衡。所述高速数字信号处理内核和ARM内核两者通过共享内存的方式实现双核之间的通讯;所述驱动装置接收ARM内核的制冷控制参数指令;所述冷却装置在驱动装置的驱动下对电池组进行制冷散热。

[0038] 在高速数字信号处理内核中各步骤的顺序如图3所示,深度学习SAE拟合网络接收到上游传递的信息后进行热效能参数拟合方程的处理,结果传递给电源热管理模型,该电源热管理模型对深度学习SAE进行反向调参,把结果传递给深度学习SAE。上述步骤可以循环进行,以完成不断的学习完善的过程。

[0039] 根据热能参数的控制方程拟合获取电池热效应模型,其优势在于,当温度超过了

最大允许的工作温度,通过自适应控制方式,采用精确的温度反馈控制方式,该温度控制的先验知识是通过高速数字信号处理内核用于在步骤S2、S3和S4中进行深度学习SAE拟合网络,包括计算热效能参数拟合方程,建立电池热效应管理模型获取的。该温度反馈控制可以有效调整电池在工作时刻的环境温度,进而将电池在合理的温度环境时间延长,从而提升电池的有效工作周期及时间,进而提高电池的使用寿命。由于环境工作的温度较为合理,因此,电池的电容充放电周期增加,进而降低电池电容的充放电的频率,降低对电容量的损害,即降低对电池的寿命、放电容量等将造成损害,并且采用ARM内核自适应反向传导热管理方式对电池进行温度调控。

[0040] 根据一个实施例,采用串行通风风冷时,冷空气从电池组的一侧流入,从另一侧流出,依次通过电池模块,空气和电池的温差逐渐减小,换热能力减小,冷却空气的温度逐渐升高,采用串行通风冷却时风道前后端的温度差异性很大,通过SAE的无监督热效应模型学习,精确控制电池平均温度,从而获取串行通风的风速控制参数与平均温度的平衡。

[0041] 图2显示了多层SAE (Stacked Autoencoder) 网络模型。其中,SAE拟合网络通过求解热效能参数拟合方程,由此来进行下一步的模糊决策。SAE以多层神经网络的多层非线性函数,以sigmod函数为基础单元,来拟合电池热效应模型,精确获取热效应模型的非线性特征,进而实现精确控制。其中,所述前端传感器包括温度传感器、密度传感器。

[0042] 所述的前端传感器通过信号调节器与电池管理控制器连接。

[0043] 具体地,所述电池管理控制器与单体管理单元之间的通讯组网方式为总线形式。

[0044] 当然,所述电池管理控制器与单体管理单元之间的通讯组网方式还可为菊链形式。

[0045] 其中,所述的冷却方式采用的冷却装置包括风冷装置、液体冷却装置、热管冷却装置和相变材料冷却装置。优选为风冷装置或者以风冷装置为主。

[0046] 本发明实施例涉及一种自适应深度学习网络,通过前向的热参数,热性能分布的自适应拟合方法,获取热能参数控制输出方程;通过反向的控制参数,形成热控制参数的配置,建立不同的冷却方式。

[0047] 本发明实施例还提供一种采用深度学习多层网络的框架,通过SAE网络拟合方法,结合电池的产热量、产热性能分布、热物性参数和控制方程等,形成了在多层深度学习网络下电池组的热效应模型,该模型根据热能参数的控制方程拟合获取,其优势在于,当温度超过了最大允许的工作温度,通过自适应控制方式,降低对电池的寿命、放电容量等造成的损害,并且采用自适应反向传导热管理方式对电池进行温度调控。

[0048] 本发明还提供一种制冷参数精确控制方法,该方法通过检测反向传导参数,进行电池的热效应方程重构为基础,结合相应模型的控制方程和定解条件,分别形成了以风冷为主冷却的热模型,通过反向传导的管理参数对风速度和进风角度等因素进行控制,由此实现精确制冷控制。以上所述,对于本领域的普通技术人员来说,可以根据本发明的技术方案和技术构思作出其他各种相应的改变和变形,而所有这些改变和变形都应属于本发明权利要求的保护范围。

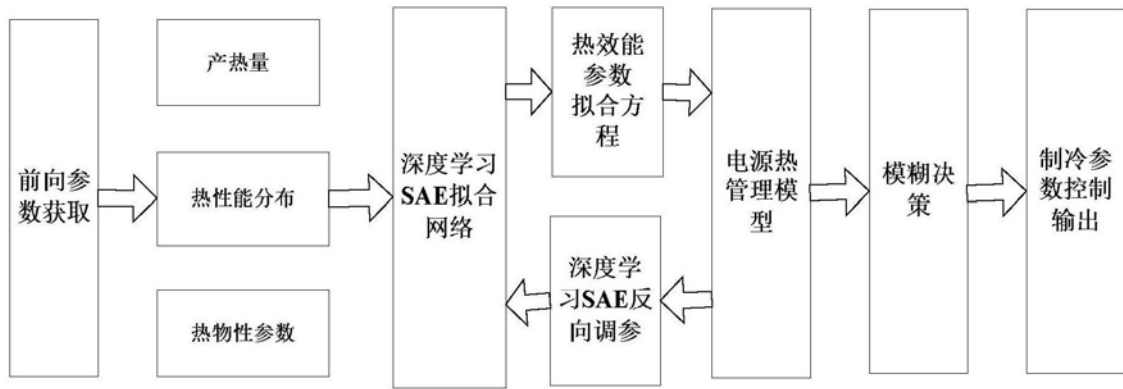


图1

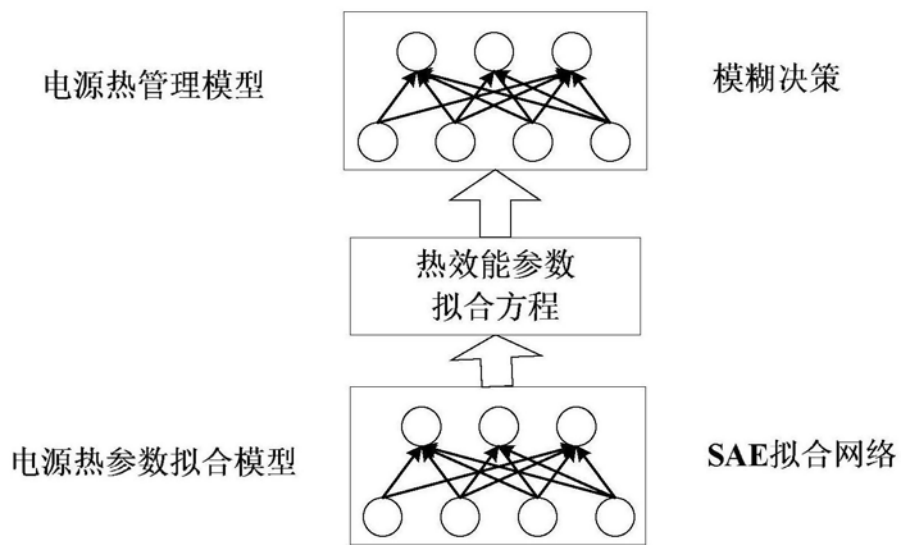


图2

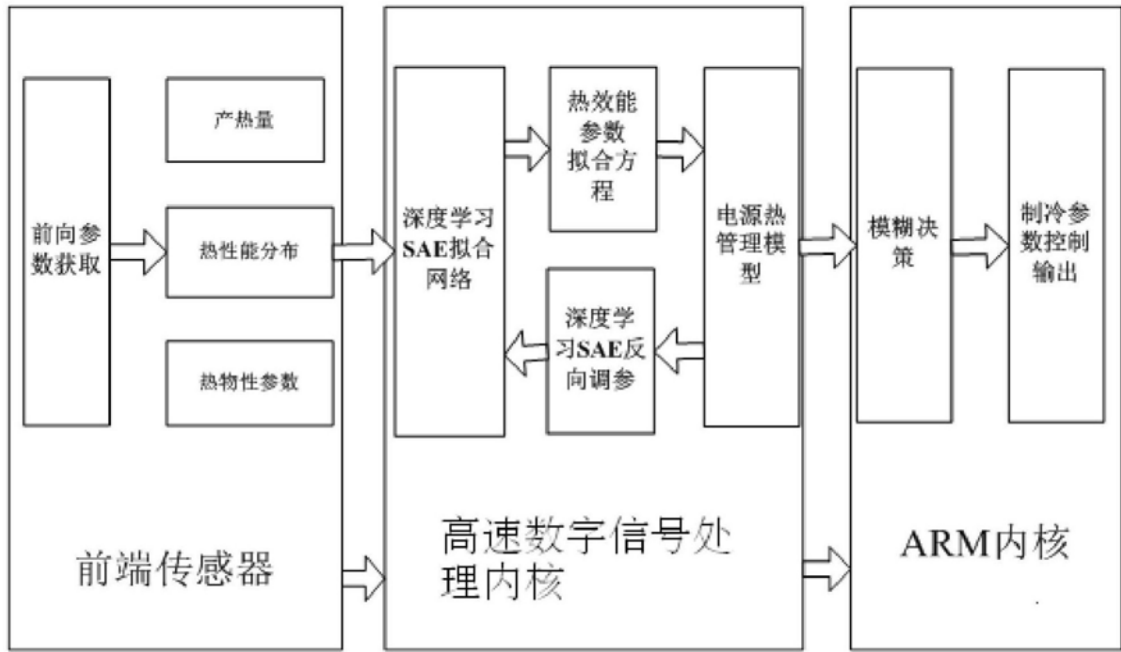


图3

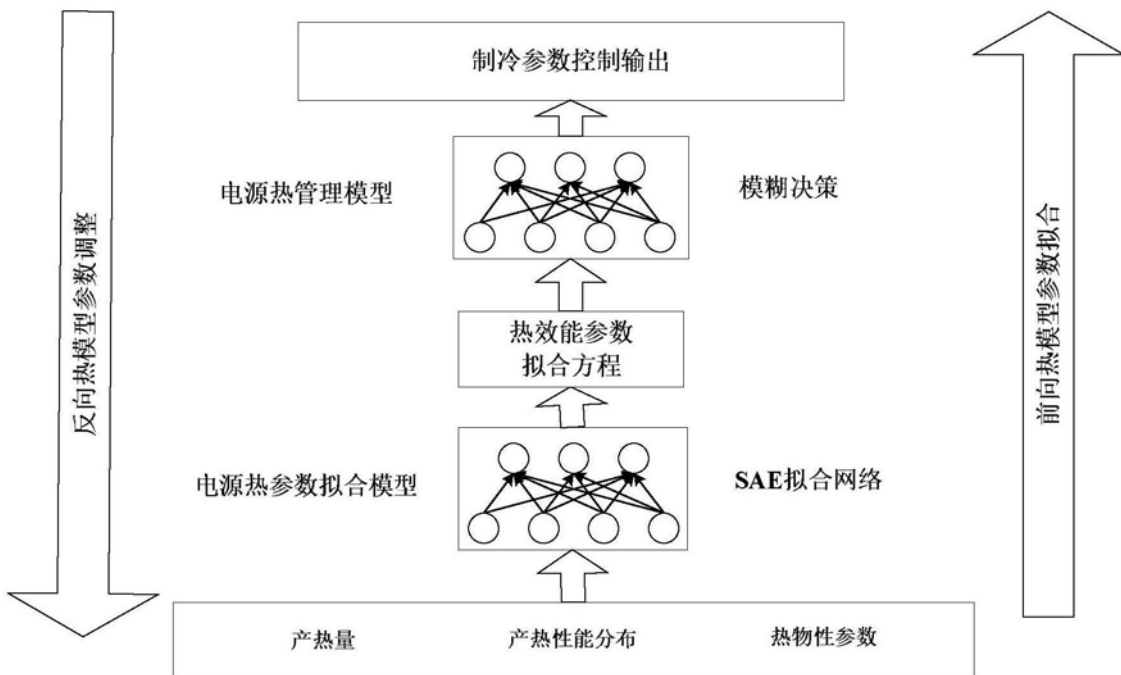


图4