



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105608273 A

(43) 申请公布日 2016. 05. 25

(21) 申请号 201510972808. 0

(22) 申请日 2015. 12. 23

(71) 申请人 华晨汽车集团控股有限公司

地址 110044 辽宁省沈阳市大东区东望街  
39 号

(72) 发明人 王成瑞 潘成久 郭宏飞 邢畅

田旭 董一鸣 刘开平

(74) 专利代理机构 沈阳科威专利代理有限责任

公司 21101

代理人 杨滨

(51) Int. Cl.

G06F 17/50(2006. 01)

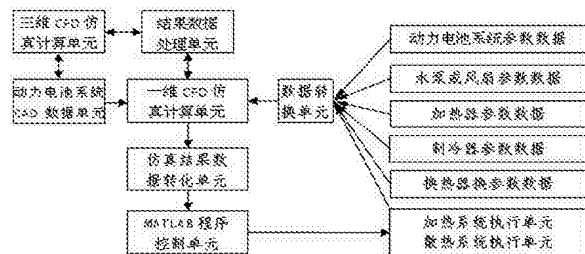
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

一种基于 CFD 软件优化动力电池包温度分布的方法

(57) 摘要

一种基于 CFD 软件优化动力电池包温度分布的方法, 它包括有参数数据单元, 其技术要点是: 所述参数数据单元通过数据转换单元与一维 CFD 仿真计算单元输入端连接; 动力电池系统 CAD 数据单元分别与一维 CFD 仿真计算单元和三维 CFD 仿真计算单元相连接, 三维 CFD 仿真计算单元通过结果数据处理单元与一维 CFD 仿真计算单元相连接; 一维 CFD 仿真计算单元输出端依次通过结果数据处理单元、MATLAB 程序控制单元与加热系统和散热系统执行单元相连接; 加热系统和散热系统执行单元输出端再与一维 CFD 仿真计算单元输入端相连接。本发明通过一维流体热仿真与 MATLAB 的耦合计算, 实现了联合仿真计算, 提高了仿真的效率, 实现了虚拟硬件在环仿真。



1.一种基于CFD软件优化动力电池包温度分布的方法,它包括有参数数据单元,动力电池系统CAD数据单元,其特征在于:所述参数数据单元通过数据转换单元与一维CFD仿真计算单元输入端连接;动力电池系统CAD数据单元分别与一维CFD仿真计算单元和三维CFD仿真计算单元相连接,所述三维CFD仿真计算单元通过结果数据处理单元与一维CFD仿真计算单元相连接;一维CFD仿真计算单元输出端依次通过结果数据处理单元、MATLAB程序控制单元与加热系统和散热系统执行单元相连接;加热系统和散热系统执行单元输出端再与一维CFD仿真计算单元输入端相连接。

2.根据权利要求1所述的基于CFD软件优化动力电池包温度分布的方法,其特征在于:所述参数数据单元包括有经过实际试验所获取的动力电池系统、水泵或风扇、加热器、制冷器和换热器的参数数据。

3.根据权利要求1所述的基于CFD软件优化动力电池包温度分布的方法,其特征在于:所述动力电池系统CAD数据是指电池包零部件的三维模型,为三维CFD仿真和一维CFD仿真提供尺寸和外形参数数据。

4.根据权利要求1所述的基于CFD软件优化动力电池包温度分布的方法,其特征在于:所述加热系统和散热系统执行单元:根据执行单元的物理属性和参数建立的数学公式模型,可以接收来自于MATLAB的控制信息,根据MATLAB程序控制单元输出的控制信号和自身数学模型,输出后的各个部件的执行方式及执行时间。

## 一种基于CFD软件优化动力电池包温度分布的方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及纯电动汽车、混合动力汽车的动力电池技术领域,具体地说是一种基于CFD软件优化动力电池包温度分布的方法。本发明通过流体仿真软件建立动力电池包的虚拟物理模型和MATLAB建立的控制模型进行耦合仿真,实现了中间参数的直接交换,通过虚拟硬件的在环仿真,能够快速优化控制策略,及时反馈热管理硬件结构设计缺陷。

### 背景技术

[0002] 随着社会发展和进步,汽车的保有量迅速增加,加剧了不可再生资源消耗,同时汽车尾气也造成了巨大的污染,例如日益严重的雾霾。为了缓解当前的资源和环境压力,国家和整车厂都十分重视纯电动汽车和混合动力汽车等新能源汽车的发展,而动力电池系统作为新能源汽车的关键核心部件,所以动力电池的技术进步和研发进度成为了重中之重。目前,制约动力电池系统寿命的主要因素是动力电池使用过程中温度不均匀造成的电池单体容量衰减,因此如何控制动力电池系统中温度的分布均匀是整个电池研发的重点。动力电池温度分布的仿真分析和热管理控制策略的编制和优化是先后独立进行的,温度分布仿真分析主要用于指导电池包加热系统和散热系统硬件结构的优化设计,而热管理控制策略的编制则主要依靠设计工程师的经验、预先设计的热管理阈值和实际电池包的实验数据来编制。当动力电池系统的样件没有制造完成时,控制策略编制人员无法预知热管理控制策略的缺陷和错误,因此只能将电池包热管理控制策略的调试和优化工作放在样包生产后,增加了动力电池系统的开发周期,滞后了车型的上市时间。在动力电池样件上调试控制策略上还有以下两个缺点:一方面由于控制策略的缺陷,调试过程中容易造成电池系统内温度分布不均,从而损伤电池单体寿命甚至破坏电池单体,增加了开发费用;另一方面控制策略需要在不同的温度下进行调试,这就要求动力电池系统在恒温箱中同温,而同温过程十分缓慢,增加开发人工成本。

### 发明内容

[0003] 本发明的目的是提供一种基于CFD软件优化动力电池包温度分布的方法。

[0004] 本发明的目的是通过如下技术方案来实现的:一种基于CFD软件优化动力电池包温度分布的方法,它包括有参数数据单元,动力电池系统CAD数据单元,其特征在于:所述参数数据单元通过数据转换单元与一维CFD仿真计算单元输入端连接;动力电池系统CAD数据单元分别与一维CFD仿真计算单元和三维CFD仿真计算单元相连接,所述三维CFD仿真计算单元通过结果数据处理单元与一维CFD仿真计算单元相连接;一维CFD仿真计算单元输出端依次通过结果数据处理单元、MATLAB程序控制单元与加热系统和散热系统执行单元相连接;加热系统和散热系统执行单元输出端再与一维CFD仿真计算单元输入端相连接。

[0005] 动力电池系统CAD数据单元:设计人员设计的电池包零部件的三维模型,为三维CFD仿真和一维CFD仿真提供尺寸和外形参数数据;

三维CFD仿真计算单元:根据电池包零部件的CAD数据建立虚拟的电池系统三维传热模

型,计算出传热介质在不同流动速度对应的流动阻力值、电池与传热介质之间的传热系数和电池的温度分布等仿真数据;

结果数据处理单元:主要用于转换三维CFD和一维CFD仿真结果,实现数据的交互。包含两个部分:第一是将三维CFD软件仿真的结果转换成一维CFD仿真软件所需要的数据,例如:传热介质在不同流动速度对应的流动阻力值、电池与传热介质之间的传热系数和电池的温度分布;第二是将一维CFD软件仿真的结果转换成三维CFD仿真软件所需要的数据,例如:传热介质在电池包出入口出的温度分布转换成平均温度。

[0006] 参数数据单元:包括动力电池系统、水泵或风扇、加热器、制冷器和换热器的参数,主要是来源于相类似零部件的试验台架数据,或者根据设计目标确定的性能参数;

一维CFD仿真计算单元:根据零部件的CAD数据、三维CFD计算数据和零部件的实验数据等建立一维电池系统仿真的数学模型,通过软件的分析计算获得电池系统零部件平均温度、各个管道的传热介质的流量等数据。

[0007] 仿真结果数据转化单元:此单元类似于结果数据处理单元的功能,但是具体转化数据不同,例如:将电池包中电芯温度最高点和温度最低点的温度转换成MATLAB的控制参数输入。

[0008] MATLAB程序控制单元:MATLAB simulink是根据控制策略和仿真结果数据转化单元的输入的温度数据,经过计算输出电池包热管理系统中执行部件开启与关闭的控制信号输出。

[0009] 加热系统和散热系统执行单元:根据执行单元的物理属性和参数建立的数学公式模型,可以接收来自于MATLAB的控制信息,根据MATLAB程序控制单元输出的控制信号和自身数学模型,输出后的各个部件的执行方式及执行时间。

[0010] 数据转换单元:实现仿真数学模型和数学模型、仿真数学模型和零部件参数数据、仿真模型输出数据之间的数据格式的转换和转化。

[0011] 本发明可以有效解决目前存在的问题,在CFD仿真分析软件中建立虚拟的动力电池加热系统和散热系统,然后结合控制策略的模型进行虚拟的仿真分析模拟,整个过程在电脑中进行,十分方便的修改电池系统的各种物理参数和控制策略,然后经过电脑的计算分析很快得到电池包内部的温度分布,最后评估计算的温度分布结果,再进行控制策略优化,再计算,形成一个虚拟的硬件在环。

[0012] 本发明有效结合流体仿真软件建立的电池系统虚拟仿真模型和MATLAB simulink建立的控制策略模型,实现了虚拟物理硬件在环仿真优化。一维CFD仿真软件和三维CFD仿真软件组成的闭环:优化电池系统散热结构和解热结构;一维CFD仿真软件和MATLAB控制策略组成的闭环:优化电池系统的加热系统和散热系统的启闭控制、工作状态等控制策略。

[0013] 本发明能够在电池系统开发初期对电池系统的热管理设计提供指导和参考,有效结合了热管理结构设计优化和控制策略编制优化,能够预测电池系统的热管理系统硬件设计的缺陷和不足,有效的指导硬件系统设计明显减少了动力电池包的开发周期,明显提高了动力电池包热管理系统的性能,同时也能够减少开成本。

## 附图说明

[0014] 图1是本发明的方框原理图。

[0015] 下面将结合附图并通过实例,对本发明作进一步详细说明,但下述实例仅仅是本发明的例子而已,并不代表本发明所限定的权利保护范围,本发明的权利保护范围以权利要求书为准。

## 具体实施方式

### [0016] 实施例1

由图1所示,该实例包括有参数数据单元,动力电池系统CAD数据单元;所述参数数据单元通过数据转换单元与一维CFD仿真计算单元输入端连接;动力电池系统CAD数据单元分别与一维CFD仿真计算单元和三维CFD仿真计算单元相连接,所述三维CFD仿真计算单元通过结果数据处理单元与一维CFD仿真计算单元相连接;一维CFD仿真计算单元输出端依次通过结果数据处理单元、MATLAB程序控制单元与加热系统和散热系统执行单元相连接;加热系统和散热系统执行单元输出端再与一维CFD仿真计算单元输入端相连接。

[0017] 上述的仿真结果数据转化单元:此单元类似于结果数据处理单元的功能,但是具体转化数据不同,例如:将电池包中电芯温度最高点和温度最低点的温度转换成MATLAB的控制参数输入。

[0018] 上述的MATLAB程序控制单元:MATLAB simulink是根据控制策略和仿真结果数据转化单元的输入的温度数据,经过计算输出电池包热管理系统中执行部件开启与关闭的控制信号输出。例如:水泵或者风机的转速,加热制冷部件的开启和关闭及输出功率。

[0019] 根据动力电池系统CAD数据获取传热介质的流过空间的形状、加热和散热系统的STAR CCM+三维CFD模拟仿真用的网格模型,通过STAR CCM+流体和固体耦合仿真计算获得传热介质在不同流量的情况下流过零部件的阻力,然后转化成不同零部件的流量阻力曲线;获得不同流量下电池单体与传热介质之间的传热系数,然后转换成传热系统与雷诺数的曲线;

动力电池系统参数数据包括电池系统在不同温度下和不同电流下的内阻、电池系统在不同时刻放电电流的大小;水泵或风扇参数数据主要是不同流量下进出口处的压力差;加热器、制冷器和换热器参数数据是根据实际零部件台架试验获得的功率参数。依据电池系统CAD数据、各个零部件流量阻力曲线、传热系统与雷诺数的曲线、电池系统内阻曲线、电池系统放电电流曲线、水泵和风扇流量压力曲线、加热器制冷器换热器功率等参数建立Flowmaster一维CFD仿真的虚拟数学模型,根据Flowmaster虚拟分析计算获得电池系统电芯和冷却介质的温度随时间的变化曲线和电池系统SOC随时间变化的曲线。使用以上分析计算结果来模拟实际电池包中温度传感器采集的数据和电池系统充放电状态。

[0020] 基于MATLAB建立控制策略的软件控制模型,控制模型中的温度信号、流体流量信号、电池包的电流信号、加热器控制信号、制冷器控制信号、水泵或风扇的转速控制信号和电池的SOC信号与一维CFD模型中的仿真变量进行耦合,通过特定的数据接口实现控制数据的实时交换,根据仿真软件中获得的电池温度变化趋势,来判断热管理控制软件控制逻辑的正确性,实现热管理控制软件的调试、策略优化。

[0021] 根据三维CFD仿真软件获得电池包风道或水道的流速与压降的曲线、根据电池单体的发热性能获得电池发热量曲线、根据电池单体和流体侧的物理性质计算获得换热量与流体流速的曲线,将以上曲线和保温层等材料的物理参数输入到一维仿真软件中,建立电

池包的热管理系统的硬件模型;根据电池包热管理的目标和电池的特性在MATLAB Simulink中建立电池包热管理控制策略的控制模型;最后通过特定的数据接口将一维流体仿真软件和MATLAB耦合在一起,实现仿真数据和MATLAB控制数据的交互,从而实现了本发明的目的。

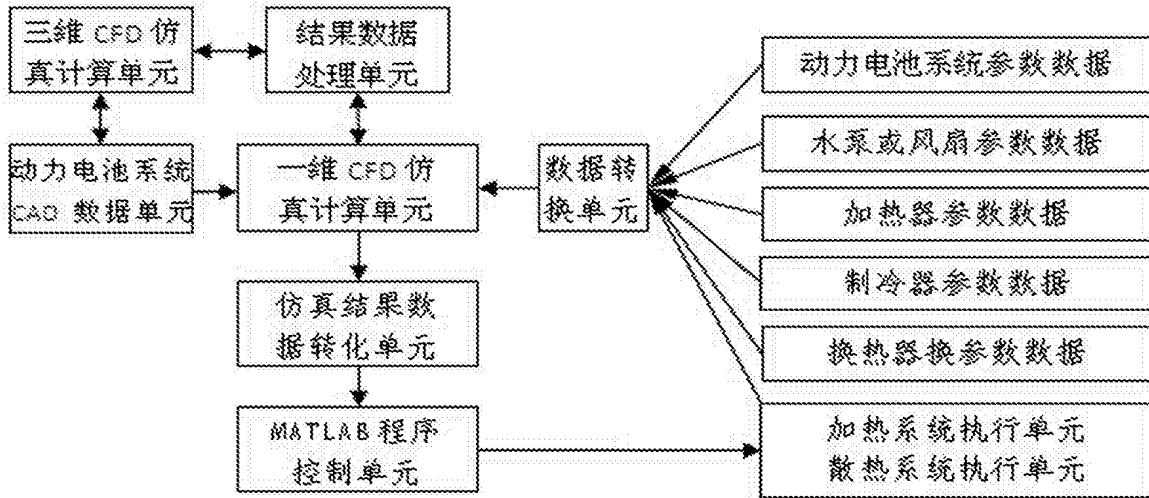


图1