



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109755690 A

(43)申请公布日 2019.05.14

(21)申请号 201910204330.5

H01M 10/617(2014.01)

(22)申请日 2019.03.18

H01M 10/625(2014.01)

(71)申请人 湖北汽车工业学院

H01M 10/6557(2014.01)

地址 442002 湖北省十堰市红卫教育口车城西路167号

H01M 10/6563(2014.01)

H01M 10/6566(2014.01)

H01M 10/6568(2014.01)

(72)发明人 李学鳌 康志斌 敖广学 戴志强 张学聪 章梁

H01M 2/10(2006.01)

(74)专利代理机构 北京金智普华知识产权代理有限公司 11401

代理人 杨采良

(51)Int.Cl.

H01M 10/633(2014.01)

H01M 10/63(2014.01)

H01M 10/613(2014.01)

H01M 10/615(2014.01)

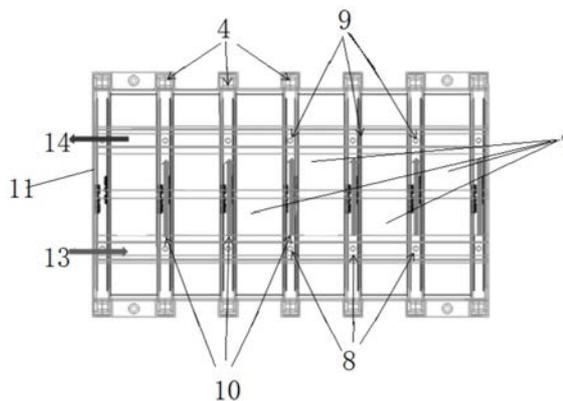
权利要求书1页 说明书11页 附图8页

(54)发明名称

电池温度控制系统、电池组箱体、冷却循环管路及方法

(57)摘要

本发明属于电池技术领域,公开了一种电池温度控制系统、电池组箱体、冷却循环管路及方法,通过电池组相应位置通过布置的温度传感器采集电池组内各部位的温度进行采集;通过电路对温度传感器采集的信号和电磁阀阀门开度和鼓风电机转速信号进行处理和进行控制;ECU通过温度传感器所测量的温度,采取相应的温度控制算法实时控制电磁阀的开度和鼓风电机转速,进行控制冷却液和空气流速和流量;使电池组的温度稳定的预设温度范围内。本发明水冷盘与电池接触壁之间的热交换系数相对较大,对降低最高温度、提升电池组温度场一致性的效果显著,加快了电池的散热进程;本发明保证电池组温度场的均匀分布;提高了动力电池的续航能力。



1. 一种电池温度控制方法,其特征在于,所述电池温度控制方法根据电池温度产生机理和散热机理,设计液体流道,优化空气流道,设计新型电池组箱体,利用空冷与液冷复合的温度控制系统,控制动力电池工作温度的高低;具体包括:

通过电池组相应位置通过布置的温度传感器采集电池组内各部位的温度进行采集;通过总的进水管、总出水管、总进风管、总出风管上安装的电磁阀分别进行进水、出水、进风、出风的调节;

通过电路对温度传感器采集的信号和电磁阀阀门开度和鼓风机转速信号进行处理和进行控制;

ECU通过温度传感器所测量的温度,采取相应的温度控制算法实时控制电磁阀的开度和鼓风机转速,并控制冷却液和空气流速和流量。

2. 一种实施权利要求1所述电池温度控制方法的电池温度控制系统,其特征在于,所述电池温度控制系统包括:冷却系统、加热系统和保温系统;

冷却系统,采用蚊香式水冷系统和空冷系统组合,通过调节电磁阀开度来控制进入蚊香式水冷盘内部的流水速度;空冷系统包括电池包一端加装的散热风扇和另一端留出的通风孔,使空气在电池与水冷盘的缝隙间加速流动;

加热系统,通过安装的加热元件进行预热和将散热风扇吹出的风微加热后吹入电池包中;

保温系统:采用双开度电磁阀,控制蚊香式水冷盘的进水方向和流速,进行保温。

3. 如权利要求2所述的电池温度控制系统,其特征在于,冷却系统包括:

水冷盘、盖板、水管接头、水套、进水总管和出水总管;

盖板用于放置水冷盘并且与电池单体接触进行热传导,并把电池单体的热量传给水冷盘;盖板还用于将水套和电池单体分隔;盖板上开设有槽和沉头孔;水冷盘上焊接的进水口和出水口分别连接对应的进水总管和出水总管;所述水套上开有水套进风口和水套出风口;水套内开有空气流道。

4. 如权利要求2所述的电池温度控制系统,其特征在于,所述电池温度控制系统进一步包括:

电池箱体,用于安装电池单体、冷却水套、箱盖;采用六棱柱结构;箱体上开有多散热肋片;

电池箱罩,用于箱罩和箱体形成密封体系,并在各个水套内形成空冷通道对水冷盘进行冷却,还用于支撑进水和出水总管;空冷通道包括用于水套进风口进风的进风通道和用于水套出风口出风的出风通道。

5. 一种搭载权利要求2所述电池温度控制系统的电池组箱体,其特征在于,所述电池组箱体为八面体,电池单体以嵌入的方式置入箱体中;电池单体与单体之间放置水冷盘,用于均衡电池单体温度。

6. 一种搭载权利要求2所述电池温度控制系统的冷却循环管路,其特征在于,所述冷却循环管路先利用冷却水道将冷却液直接导向中心部位,按照先里后外的方式流通,带出中心部位热量;冷却循环水管正反面嵌入到金属板中制成水冷盘。

电池温度控制系统、电池组箱体、冷却循环管路及方法

技术领域

[0001] 本发明属于电池技术领域,尤其涉及一种电池温度控制系统、电池组箱体、冷却循环管路及方法。

背景技术

[0002] 目前,业内常用的现有技术是这样的:

[0003] 近年来,随着新能源汽车技术的不断发展和新能源汽车保有量的持续增加,急剧推动了动力电池行业的发展和动力电池技术的发展。

[0004] 新能源汽车产销量持续快速增长,行业集中度在竞争中提升。据统计,2017年中国新能源汽车实际总产量为81.9万辆,占当年新车总产量的2.8%;终端销量为77.7万辆,占新车销售的2.7%。动力电池产业在新能源汽车产业的带动下,继续保持快速增长,全年总配套量达373.5亿瓦时,同比增长33%。动力电池多元技术体系并路推进,三元电池占据了乘用车市场的统治地位。在2017年的动力电池配套量中,磷酸铁锂电池的主导地位受到三元电池的强势冲击,磷酸铁锂电池全年配套量187.5亿瓦时,占比50%,相较2016年下降了22个百分点。三元电池全年配套量162.2亿瓦时,占比43%,相较2016年提高了20个百分点。

[0005] 新型锂离子电池逐渐实现产业化,能量型锂离子电池单体比能量350Wh/kg,能量功率兼顾型动力电池单体比能量200Wh/kg。动力电池已经实现智能化制造,产品性能、质量大幅度提升,成本显著降低,纯电动汽车的经济性与传统汽油车基本相当,插电式混合动力汽车步入普及应用阶段。

[0006] 综上所述可以看出,锂电池在新能源汽车持续高增长发展的背景下,行业发展前景可观,未来有巨大的市场需求。动力电池行业发展前景广阔,其中三元电池发展势头强劲。

[0007] 新能源汽车竞争的核心之一是实现动力电池技术的突破。从目前来看,包括混合动力、燃料电池以及纯电动汽车在内的新能源汽车,是新能源汽车比较可行的技术选择。而在电动汽车关键零部件当中,动力电池是技术门槛最高、也是利润最集中的部分。因此,电池技术的突破,将成为中国进入新能源汽车领域,抢占未来行业制高点的最佳切入点。

[0008] 温度作为电池工作的边界条件,直接影响到电池的工作性能和车辆安全。研究表明,锂电池的工作温度范围宽为-20℃-60℃。当电池内部产热速率高于散热速率时,电池内部会积聚大量热量,如果不及时散热,在车辆使用过程中就可能使电池包发生局部过热,导致系统变热,系统变热,这反过来又让系统变得更热,最终导致热失控。由于锂电池结构的特性,高温下SEI膜、电解液、EC等会发生分解反应,电解液的分解物还会与正极、负极发生反应,电芯隔膜将融化分解,多种反应导致大量热量产生。隔膜融化导致内部短路,电能量的释放又增大了热量的生产。这种累计的互相增强的破坏作用,其后果是导致电芯防爆膜破裂,电解液喷出,发生燃烧起火。

[0009] 良好的电池散热系统是保证车辆安全的必备条件。除了热失控之外,动力电池还面临低温环境下电池放电电压大幅降低,这样电池在低温放电时就会更快地达到放电截止电压,从而造成电池容量下降。此外,低温也会造成电解液的粘度降低,导电性下降,活性物

质的活性也会降低,造成电解液的浓度差变大,极化增强,使充电提前终止。最终导致电池的性能下降,电动车续航里程减少。

[0010] 动力电池工作温度过高或过低所引发的放电效率下降、电池寿命下降、单体热失控等问题。

[0011] 电池温度管理系统现状

[0012] 目前,电池热管理技术的研究重点体现在以下几方面:

[0013] (1) 研制和开发电池热管理控制系统;

[0014] (2) 开发散热媒介的新型材料;

[0015] (3) 改进散热结构;

[0016] (4) 电池热管理中关于散热、加热、保温的研究;

[0017] (5) 热管技术的研发与应用。

[0018] 常见的热管理系统有:直接冷却水冷却系统;直接空气冷却系统;空冷/水冷混合冷却系统。直接冷却水冷却系统具有结构紧凑、冷却性能好的优点,但其存在零部件较多,结构复杂,特别是压缩机负荷高所导致的燃料经济性差的弊端。直接空气冷却系统,系统简单,成本低,但冷却效果不好,对电芯有选择性。空冷/水冷混合冷却系统,系统紧凑,性能好,但系统复杂,成本高,同时控制复杂。

[0019] 根据电池包散热加热的方式可分为主动式管理和被动式管理,效率也会有较大的差别。风冷式电池热管理系统以空气为换热媒介,让空气通过电池箱风道,横扫掠过电池表面,以带走电池产生的热量来给电池散热。

[0020] 而通风方式的不同又分为串行式通风和并行式通风。董晨等对空冷电池包风道的设计进行了较为细致的阐述。2013年Park等进一步研究了方形电池间栅格化并联式U型流道结构,建立了热阻模型,表明了在一定进出口压降下,采用流道中部分排气的方式,能有效缓解电池组的温度不确定性。

[0021] 根据液体是否与电池直接接触,液冷式电池热管理系统可分为直接接触式和间接接触式。直接接触式是将电池浸泡在液体中,这种方式要求冷却液绝缘且具有很高的导热性,但这些冷却液一般黏度较大,流速小,换热效率受到很大限制。非直接接触式,冷却液不和电池接触,而是在事先布置好的管道中流动。这种方式对管道的设计合理性及密封性提出很高的要求,同时驱动冷却液泵的电能消耗也会缩减整车的续航里程。

[0022] 锂电池保温也是目前研究的重点。锂电池在相同放电倍率下,放电电压会随温度降低而逐渐下降。当温度低于0℃时放电电压下降趋势明显,在-40℃时电池已无法正常工作。同时,电池内阻会随温度下降而增加。

[0023] 在气候严寒温度较低的季节中使用电池时,必须加热才能够保证电池的正常运行,同时保证整车的正常启动和运行。表1为实测某6Ah LI-Ion电池在不同放电倍率,不同温度下的发热量。

[0024] 表1 Li-Ion,6AH电池生热率

[0025]

放电倍率	SOC	0℃	22~25℃	40~50℃
1C 倍率放电	80%-50%SOC	0.6W/cell	0.04W/cell	-0.18W/cell 1
5C 倍率放电	80%-50%SOC	12.07W/cell 1	3.50W/cell	1.22W/cell

[0026] 可以看出电池在低温下,生热率最大。这样就导致车辆在严寒气候条件下启动时,电池包产生的能量大部分会用来发热而不是产生车辆运行的电流。如果在低温下启动会导致电池包中电流不稳定,同时还会影响电池的寿命。为了保证电池正常有效运行,必须在低温下对电池包加热。

[0027] 同散热一样可以通过流体加热。将空气或液体加热后引入到电池包中,然后将热量传递给电池。目前除了将热空气引入到电池包中,更多采用其它方式如加热板加热、发热线缠绕加热、电热膜包覆加热等。其中,加热板加热结构简单。

[0028] 综上所述,现有技术存在的问题是:

[0029] (1) 现有技术中,电池温度管理系统都以散热为主,未考虑电池组低温保温问题。

[0030] (2) 现有技术中,未考虑利用冷却水管的形状解决电池单体或者电池组中心与外部温度差问题。

[0031] (3) 现有技术中,未考虑电池组箱体本身对于保温的影响。

[0032] (4) 现有技术中,热管理系存在零部件较多,结构复杂,特别是压缩机负荷高所导致的燃料经济性差的弊端。直接空气冷却系统,系统简单,成本低,但冷却效果不好,对电芯有选择性;空冷/水冷混合冷却系统复杂,成本高,同时控制复杂。

[0033] 解决上述技术问题的难度:

[0034] 在保证电池组内部与外部温度差不大的前提下,如何将空气与液体复合冷却方式相结合,对电池组进行低温与高温的双向管理,提高电池热管理效率。

[0035] 为了将液冷与空冷复合,同时为了保证电池组箱体的结构紧凑与保温散热效果,需重新设计电池组箱体。

[0036] 在保证电池工作温度的情况下,需选择采用保温还是散热,使用空冷/水冷混合冷却系统,因此系统的控制系统复杂。

[0037] 解决上述技术问题的意义:

[0038] 根据空冷/水冷混合冷却系统设计冷却管路、电池组箱体、控制系统,保证电池工作在可控温度范围内,平衡电池内外部温度,可以有效提高电池温度管理效率,保证电池寿命。

发明内容

[0039] 针对现有技术存在的问题,本发明提供了一种电池温度控制系统、电池组箱体、冷却循环管路及方法。本发明以电池温度管理为研究对象,根据电池温度产生机理和散热机

理,设计液体流道,优化空气流道,设计新型电池组箱体,利用空冷与液冷复合的温度控制系统,旨在解决因动力电池工作温度过高或过低所引发的放电效率下降、电池寿命下降、单体热失控等问题。

[0040] 本发明提供了一种电池组箱体。电池组箱体设计为八面体,电池单体以嵌入的方式置入箱体中。电池单体与单体之间放置水冷盘,用于均衡电池单体温度。

[0041] 本发明提供了一种冷却循环管路。由于电池产热和散热机理导致电池单体中心温度高,外部温度低,因此冷却循环管路设计时先利用冷却水道将冷却液直接导向中心部位,按照先里后外的方式流通,优先带出中心部位热量。冷却循环水管正反面嵌入到金属板中制成水冷盘。

[0042] 本发明的控制系统是这样实现的,一种电池温度控制方法,所述电池温度控制方法包括:总进水管和总进风管分别装有电磁阀和鼓风机,通过电池组相应位置通过布置的温度传感器采集电池组内各部位的温度进行采集;采集的数据由ECU进行处理后,根据电池内部温度情况协调控制电磁阀开度和鼓风机电机转速;电磁阀开度的调节可以增大或者减小冷却水的流速,鼓风机转速的增大或者减小可以调节进风量。当电池组内部温度过高时可以采用增大鼓风机转速、调大电磁阀开度,保证电池内部温度尽量工作在目标温度内。

[0043] 本发明的另一目的在于提供一种实施所述电池温度控制方法的电池温度控制系统,所述电池温度控制系统包括:冷却系统、加热系统和保温系统;

[0044] 冷却系统,采用蚊香式水冷系统和空冷系统组合,通过调节电磁阀开度来控制进入蚊香式水冷盘内部的流水速度;空冷系统包括电池包一端加装的散热风扇和另一端留出的通风孔,使空气在电池与水冷盘的缝隙间加速流动;

[0045] 加热系统,通过安装的加热元件进行预热和将散热风扇吹出的风微加热后吹入电池包中;

[0046] 保温系统:采用双开度电磁阀,控制蚊香式水冷盘的进水方向和流速,进行保温。

[0047] 进一步,冷却系统包括:

[0048] 水冷盘、盖板、水管接头、水套、进水总管和出水总管;

[0049] 盖板用于放置水冷盘并且与电池接触进行热传导,并把电池单体的热量传给水冷盘;盖板还用于将水套和电池单体分隔;盖板上开设有槽和沉头孔;水冷盘上焊接的进水口和出水口分别连接对应的进水总管和出水总管。所述水套上开有水套进风口和水套出风口;水套内开有空气流道。

[0050] 进一步,所述电池温度控制系统进一步包括:

[0051] 电池箱体,用于安装电池单体、冷却水套、箱盖;采用六棱柱结构;箱体上开有多散热肋片;

[0052] 电池箱罩,用于箱罩和箱体形成密封体系,并在各个水套内形成空冷通道对水冷盘进行冷却,还用于支撑进水和出水总管。空冷通道包括用于水套进风口进风的进风通道和用于水套出风口出风的出风通道。

[0053] 综上所述,本发明的优点及积极效果为:

[0054] 由于电池箱体设计的对称性和电池产热散热特性,以相邻的两个电池单体和一个水冷盘为对象进行分析。如图13a、13b和图13c所示,将温度场为20℃的条件下,对两个电池单体和水冷盘内部温度进行模拟,电池单体内热源5000W/m³,冷却水入口速度15m/s,20℃

冷却水从进水管首先进入中心处,然后由里及外依次循环带出热量,结果表明,该结构是有效的,可以解决内部温度高,四周温度低的问题。

[0055] 在本发明中,“蚊香式”水冷盘,散热时可以优先带走温度较高处的热量,保温时可以优先提高低温处的温度。空冷与液冷复合冷却系统,提高电池组散热和保温效果。八面体嵌入式动力电池箱体设计使得电池组结构更紧凑,大大增加了电池散热面积,同时有效地将复合冷却管路相结合。

[0056] 该动力电池热管理系统设计的总体流程可大致划分为冷却系统、加热系统和保温系统。

[0057] 冷却系统是空冷/水冷混合冷却系统,具有系统紧凑、性能好且低温环境下经济节能等优点。

[0058] 水冷系统:“蚊香式”通过调节电磁阀开度来控制进入“蚊香式”水冷盘内部的流水速度,这样可以优先带走电池中心处温度较高的热量,同时水冷盘与电池接触壁之间的热交换系数相对较大,对降低最高温度、提升电池组温度场一致性的效果显著,加快了电池的散热进程,

[0059] 空冷系统:在电池包一端加装散热风扇,另一端留出通风孔,使空气在电池与水冷盘的缝隙间加速流动,带走电池工作时产生的高热量,形成强复合冷却。这样会最大限度的把电池内部温度控制在适宜的范围内,保证了电池的工作效率。

[0060] 加热系统:为了满足在低温环境下能够使电池能正常充电,和启动前的预加热需求,本发明在风冷系统基础上安装了加热元件,即可以起到预热作用又可以将散热风扇吹出的风微加热后吹入电池包中,同时提高电池组温度的均匀性,加快预热效率。

[0061] 保温系统:更多的情况下是为了满足短期内电池系统内部温度热环境在正常区间内。例如,在冬天低温下,电动汽车临时停车2个小时后再工作,那么在2个小时时间内,必须要有保温系统的作用,以防止电池系统内部温度过快的下降造成的影响。所以本发明采用双开度电磁阀,来控制“蚊香式”水冷盘的进水方向和流速,让水流从外向内流入,在散热的同时起到了一定的保温作用。在本发明实施例中,该套电池热管理方案,不仅满足我国的季节气候条件,而且适应于我国不同地区(在东北、西北地区的作用尤为突出)。同时在电池的能量与功率性能、安全性、使用寿命方面起到了很大的改善。

[0062] 1) 电池能量与功率性能:温度较低时,电池的可用容量将降低迅速发生衰减的情况,在过低温度下(如低于 0°C)对电池进行充电,则尽可能减少引发瞬间的电压过充,造成内部短路的现象。

[0063] 2) 电池的安全性:减少了动力电池系统在工作过程中产生大量的热聚集在狭小的电池箱体内,热量能够及时地快速散出,降低了出现热失控,导致起火爆炸等危险情况。

[0064] 3) 电池使用寿命:电池的适宜温度约在 $10\sim 30^{\circ}\text{C}$ 之间,过高或过低的温度都将引起电池寿命的较快衰减。而该系统可以使电池内部热量尽快散出,更减少了内部温度不均、局部温升过高等问题,从而进一步减缓电池衰减,延长电池寿命。

[0065] 而且电池热管理系统有如下几项主要功能:电池温度的准确测量和监控;电池组温度过高时的有效散热和通风;低温条件下的快速加热,使电池组能够正常工作;有害气体产生时的有效通风;保证电池组温度场的均匀分布;提高了动力电池的续航能力。

附图说明

- [0066] 图1是本发明实施例提供的水套结构示意图。
- [0067] 图2是本发明实施例提供的并行通风图。
- [0068] 图3是本发明实施例提供的温度闭环控制系统图。
- [0069] 图4是本发明实施例提供的水冷盘图。
- [0070] 图5是本发明实施例提供的盖板图。
- [0071] 图6是本发明实施例提供的水冷盘进水口接头图。
- [0072] 图7是本发明实施例提供的水冷盘出水口接头图。
- [0073] 图8是本发明实施例提供的进水和出水总管图。
- [0074] 图9是本发明实施例提供的液冷系统图。
- [0075] 图10是本发明实施例提供的电池箱体图。
- [0076] 图11是本发明实施例提供的电池箱罩图。
- [0077] 图12是本发明实施例提供的电池温度控制系统图。
- [0078] 图13是本发明实施例提供的将温度场为20℃的条件下,对两个电池单体和水冷盘内部温度进行模拟图。
- [0079] 图中:1、水冷盘;2、盖板;3、水管接头;4、水套;5、进水总管;6、出水总管;7、电池单体;8、水套进风口;9、水套出风口;10、空气流道;11、箱体;12、箱罩;13、进风通道;14、出风通道;15、槽;16、沉头孔。

具体实施方式

[0080] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0081] 现有技术中,动力电池工作温度过高或过低所引发的放电效率下降、电池寿命下降、单体热失控等问题不能解决。

[0082] 现有技术中,热管理系存在零部件较多,结构复杂,特别是压缩机负荷高所导致的燃料经济性差的弊端。直接空气冷却系统,系统简单,成本低,但冷却效果不好,对电芯有选择性;空冷/水冷混合冷却系统复杂,成本高,同时控制复杂。

[0083] 为解决上述问题,下面结合具体方案对本发明作详细描述。

[0084] 本发明实施例提供的电池温度控制方法包括:通过电池组相应位置通过布置的温度传感器采集电池组内各部位的温度进行采集;通过总的进水管、总出水管、总进风管、总出风管上安装的电磁阀分别进行进水、出水、进风、出风的调节;

[0085] 通过电路对温度传感器采集的信号和电磁阀阀门开度和鼓风电机转速信号进行处理和进行控制;

[0086] ECU通过温度传感器所测量的温度,采取相应的温度控制算法实时控制电磁阀的开度和鼓风电机转速,进行控制冷却液和空气流速和流量;使电池组的温度稳定的预设温度范围内。

[0087] 在本发明实施例中,提供一种电池温度控制系统包括:冷却系统、加热系统和保温系统;

[0088] 冷却系统,采用蚊香式水冷系统和空冷系统组合,通过调节电磁阀开度来控制进入蚊香式水冷盘内部的流水速度;空冷系统包括电池包一端加装的散热风扇和另一端留出的通风孔,使空气在电池与水冷盘的缝隙间加速流动;

[0089] 加热系统,通过安装的加热元件进行预热和将散热风扇吹出的风微加热后吹入电池包中;

[0090] 保温系统:采用双开度电磁阀,控制蚊香式水冷盘的进水方向和流速,进行保温。

[0091] 在本发明实施例中,冷却系统包括:

[0092] 水冷盘1、盖板2、水管接头3、水套4、进水总管5和出水总管6;

[0093] 盖板2用于放置水冷盘1并且与电池单体7接触进行热传导,并把电池单体7的热量传给水冷盘1;盖板2还用于将水套4和电池单体7分隔;盖板2上开设有槽15和沉头孔16;水冷盘1上焊接的进水口和出水口分别连接对应的进水总管5和出水总管6。

[0094] 所述水套4上开有水套进风口8和水套出风口9;水套4内开有空气流道10。

[0095] 本发明实施例提供一种电池组箱体。电池组箱体设计为八面体,电池单体以嵌入的方式置入箱体中。电池单体与单体之间放置水冷盘,用于均衡电池单体温度。

[0096] 本发明实施例提供一种冷却循环管路。由于电池产热和散热机理导致电池单体中心温度高,外部温度低,因此冷却循环管路设计时先利用冷却水道将冷却液直接导向中心部位,按照先里后外的方式流通,优先带出中心部位热量。冷却循环水管正反面嵌入到金属板中制成水冷盘。

[0097] 下面结合具体实施例对本发明作进一步描述。

[0098] 1.设计目标

[0099] 1.1电池组在合适的温度范围内工作:

[0100] 设计一套液冷/空冷混合冷却系统和温度控制系统,保证在电池单体温度较高时进行有效散热,防止产生热失控事故,并且在电池单体温度较低时进行预热,提升电池单体温度,确保低温下的充电、放电性能和安全性。良好的散热和及时的预热使得电池单体在各种工况和环境下都能稳定保持在合适的温度范围之内。

[0101] 1.2保证电池组内部温度场分布均匀:

[0102] 设计新型液冷流道结构,使得散热时可以优先带走高温处的热量,保温时可以优先提高低温处的温度。避免出现局部高温和较大的温度变化。保持电池单体的一致性,提高电池的使用寿命。

[0103] 1.3系统结构和轻量化设计:

[0104] 设计出合理电池组、液冷系统和空冷系统的结构,并采用合理的布置布置,保证系统结构的紧凑。合理的布置液冷管道、空冷管道,把液冷系统和空冷系统有机的结合在一起,实现更好的散热效果。采用分离式设计将整个液冷系统做成可分离成若干个子液冷系统的结构,方便后期电池组的维护。并对整个系统采取轻量化设计。

[0105] 1.4解决电池的热安全和热监控问题:

[0106] 设计温度控制系统,利用温度传感器实时检测电池组内各位置的温度,采取温度闭环控制策略,实时调整冷却液和空气流速和流量或者切换成加热模式。保证电池组稳定保持在事先设定的温度区间。

[0107] 2.设计思路:

[0108] 2.1液冷系统设计:

[0109] 液冷系统是利用液体相对于空气具有较高换热系数的特点,利用冷却液流动带走电机组内部热量。采用非接触式液冷方式进行换热,液冷流道不直接和电池单体接触,而是被导热性好带有凹槽的薄板隔开,避免了漏液产生的安全隐患,降低了热阻,提高了散热效率。设计新型液冷流道结构,从蚊香形状中得到了设计灵感,设计出“蚊香式”水冷盘,散热时可以优先带走温度较高处的热量,保温时可以优先提高低温处的温度。多个这样的水冷盘通过水管并联连接在一起,可形成完整的电池组液冷系统。水套结构如图1所示。

[0110] 2.2空冷系统设计

[0111] 空气冷却的散热效果较弱,但结构简单,把空冷和液冷一起使用可以进一步提高整个系统的冷却和保温效果。采用并行通风结构,并行通风方式的流道可以使空气在流道中均匀分布,出口端热量积累较少,对电池组温度分布均匀性较好,目前这种思路广泛运用于商业生产。结合液冷系统的结构特点,为了让空冷系统布置紧凑在水冷盘下方布置进风口和出风口,在图1所示水套内形成空气流道对水套进行冷却,进一步提升了冷却和保温效果。把所有的进风口和出风口分别通过管道连接起来,就形成了完整的电池组空冷系统。设计出图2并行通风结构。

[0112] 2.3温度控制系统设计

[0113] 温度控制系统是整个电池组温度控制系统的大脑,能对液冷和空冷系统实施独立控制,将电池组的温度调节在合适的范围之内。基本的控制策略:在总的进水管、总出水管、总进风管、总出风管上安装电磁阀,在电池组相应位置布置温度传感器采集电池组内各部位的温度,并设计电路实现温度传感器信号采集和电磁阀阀门开度和鼓风电机转速控制,ECU通过温度传感器所测量的温度,采取相应的温度控制算法来实时控制电磁阀的开度和鼓风电机转速,从而控制冷却液和空气流速和流量。保证电池组的温度稳定的维持在合适的温度范围之内,并且使得电池组的温度分布均匀。温度闭环控制示意如图3。

[0114] 下面结合基于模糊控制策略的复合冷却电控系统设计对本发明座机一步描述。

[0115] 在本发明实施例中,在电动汽车关键零部件当中,动力电池是技术门槛最高、也是利润最集中的部分。电池技术的突破,将成为中国进入新能源汽车领域,抢占未来行业制高点的最佳切入点。而目前动力电池的性质深受温度因素的影响,放电效率随温度的变化而变化,从而影响到电动汽车的性能。故此实现动力电池在最优温度区间(20~40℃)工作且温度场分布均匀是动力电池技术的一项重大突破。这项技术的突破,带来的是动力电池更加完善、更加安全。从未来动力电池的发展来看,电池温度控制系统设计具有投资的必要性。

[0116] 在本发明实施例中,“电池温度控制系统”这套系统的结构简单,对加工工艺的要求不高,在已有的工艺基础上,可以很好的满足结构设计的需求。此外,该系统通过传感器测量电池的温度分布情况,并将信号发往CPU,通过CPU计算,来控制阀门的开度,进而实现动力电池在最优温度区间(20~40℃)工作且温度场分布均匀,因此可见其控制系统完全切实可行。该系统的结构比较简单,且零件较少,控制系统容易实现,故此在短期时间内可以开发完成。

[0117] 下面结合方案实施对本发明作进一步描述。

[0118] 本发明实施例提供的电池温度控制系统包括:

[0119] 1) 水冷盘:水冷盘是水冷系统的重要部件,设计水管使得冷却水先到达电池单体的中心部位(即电池单体温度最高部位),此时冷却水优先吸收电池单体中心部位的热量,经由管路逐渐往外圈水管流动,最后从单体的出水口流出。从蚊香的结构中得到了启发,结合实际要求设计出了“蚊香式”水冷盘。结构设计如图4所示。实现了中间部位先被冷却,周围部位后冷却,管路布置紧凑,冷却面积较大。既能快速降温,又可以优先带走电池单体温度很高中心部位,使得电池单体温度分布较均匀。此外,在较冷的天气中,还可通过反向电磁阀使具有一定温度的水流入冷却液出水口,使温度较低的电池外部边缘优先升温,且使得电池单体温度分布均匀,为整个电池提供保温效果。

[0120] 2) 盖板:盖板用来放置水冷盘并且与电池接触进行热传导,并把电池单体的热量传给水冷盘,盖板能把水套和电池单体分隔开来,避免了因水冷盘漏液而引发电池短路的风险。为了减少热阻,在盖板上开了槽,使得水套能嵌套在盖板上,增加了水冷盘和盖板的导热面积,提高了冷却效率。此外盖板上开设有沉头孔,便于装配。结构设计如图5所示。

[0121] 3) 水管接头:用来连接相邻两个水冷盘的进水口和出水口,把两个水冷盘有两个进水口和两个出水口,变成了一个进水口和一个出水口方便与进水总管和出水总管连接,还能保证进水总管和出水总管在同一高度上。

[0122] 结构设计如图6和7所示。

[0123] 4) 水套:水套是整个电池水冷系统的一个关键总成,水冷系统就是由多个这样的水套通过与进水总管和出水总管并联而组成。采用这样的分离式设计是为了维护起来方便,如果水冷系统某部位发生了漏液,只需要更换相应被破坏的水套或者水冷盘即可,不用更换整个的水冷系统,减少了维护成本。结构设计如图1所示:

[0124] 5) 进水和出水总管:进水和出水总管用来连接整个水冷系统所有的水套,为了与水套连接方便,在总管上布置了相应的支管。结构如图8所示:

[0125] 由以上零件可以构成一个完整的水冷系统,在相邻水套之间放入电池单体,对电池单体进行冷却。结构设计如图9所示。

[0126] 6) 电池箱体:箱体是整个电池系统的支撑部分,电池单体,冷却水套,箱盖在上面,采用六棱柱的结构,这样设计能起到类似于蜂窝状结构具有良好的保温效果,箱体上还设计很多散热肋片,增加了电池组整体的散热面积,并起到了固定水套的作用。为减少零件的数量和方便装配,把空冷的管道都布置在了箱体上,这样还能减少整个模型尺寸,使得整个模型布置更加紧凑。箱体上都布置有很多进风口和出风口,用来冷却水套,加速热量扩散。结构设计如图10所示。7) 电池箱罩:箱罩和箱体形成密封体系,并在各个水套内形成空冷通道对水冷盘进行冷却,实现了并行空冷,提升了冷却效果。另外还能支撑进水和出水总管。结构设计如图11所示。总装配图如图12。

[0127] 下面结合整体效果对本发明作进一步描述。

[0128] 动力电池热管理是影响电动汽车电池效能的重要因素,所以对它的分析有助于电池效能的提高,进而提升电动汽车的整体质量。该动力电池热管理系统设计的总体流程可大致划分为冷却系统、加热系统和保温系统。

[0129] 冷却系统是空冷/水冷混合冷却系统,具有系统紧凑、性能好且低温环境下经济节能等优点。

[0130] 水冷系统:“蚊香式”通过调节电磁阀开度来控制进入“蚊香式”水冷盘内部的流水

速度,这样可以优先带走电池中心处温度较高的热量,同时水冷盘与电池接触壁之间的热交换系数相对较大,对降低最高温度、提升电池组温度场一致性的效果显著,加快了电池的散热进程,

[0131] 空冷系统:在电池包一端加装散热风扇,另一端留出通风孔,使空气在电池与水冷盘的缝隙间加速流动,带走电池工作时产生的高热量,形成强强联合。这样会最大限度的把电池内部温度控制在适宜的范围内,保证了电池的工作效率。加热系统:为了满足在低温环境下能够使电池能正常充电,和启动前的预加热需求,本发明在风冷系统基础上安装了加热元件,即可以起到预热作用又可以将散热风扇吹出的风微加热后吹入电池包中,同时提高电池组温度的均匀性,加快预热效率。

[0132] 保温系统:更多的情况下是为了满足短期内电池系统内部温度热环境在正常区间内。例如,在冬天低温下,电动汽车临时停车2个小时后再工作,那么在2个小时时间内,必须要有保温系统的作用,以防止电池系统内部温度过快的下降造成的影响。所以本发明采用双开度电磁阀,来控制“蚊香式”水冷盘的进水方向和流速,让水流从外向内流入,在散热的同时起到了一定的保温作用。

[0133] 在本发明实施例中,该套电池热管理方案,不仅满足我国的季节气候条件,而且适应于我国不同地区(在东北、西北地区的作用尤为突出)。同时在电池的能量与功率性能、安全性、使用寿命方面起到了很大的改善。

[0134] 1) 电池能量与功率性能:温度较低时,电池的可用容量将降低迅速发生衰减的情况,在过低温度下(如低于 0°C)对电池进行充电,则尽可能减少引发瞬间的电压过充,造成内部短路的现象。

[0135] 2) 电池的安全性:减少了动力电池系统在工作过程中产生大量的热聚集在狭小的电池箱体内,热量能够及时地快速散出,降低了出现热失控,导致起火爆炸等危险情况。

[0136] 3) 电池使用寿命:电池的适宜温度约在 $10\sim 30^{\circ}\text{C}$ 之间,过高或过低的温度都将引起电池寿命的较快衰减。而该系统可以使电池内部热量尽快散出,更减少了内部温度不均、局部温升过高等问题,从而进一步减缓电池衰减,延长电池寿命。

[0137] 而且电池热管理系统有如下几项主要功能:(1) 电池温度的准确测量和监控;(2) 电池组温度过高时的有效散热和通风;(3) 低温条件下的快速加热,使电池组能够正常工作;(4) 有害气体产生时的有效通风;(5) 保证电池组温度场的均匀分布(6) 提高了动力电池的续航能力。

[0138] 在本发明实施例中,“蚊香式”水冷盘,散热时可以优先带走温度较高处的热量,保温室时可以优先提高低温处的温度。空冷与液冷复合冷却系统,提高电池组散热和保温效果。八面体嵌入式动力电池箱体设计。基于模糊控制策略的复合冷却电控系统设计。可以有效解决新能源汽车动力电池温度控制难度大效率低结构复杂的问题。相比于传统的动力电池冷却装置,短期来看本产品使高低温环境下的动力电池用最快速度进入正常充放电的工作温度,此外电池在长时间工作时造成局部温度过高散热不良进而导致热失控的现象也可有效解决。保证了目前新能源汽车最重要的电池安全性。长期来看本产品能够通过通过对电池工作温度的精确高效控制进而延长电池的使用寿命,减少电池故障率,提高了新能源汽车的使用寿命,推动了新能源汽车的持续有效发展。

[0139] 在本发明实施例中,由于电池箱体设计的对称性和电池产热散热特性,以相邻的

两个电池单体和一个水冷盘为对象进行分析。如图13a、13b和图13c所示,将温度场为20℃的条件下,对两个电池单体和水冷盘内部温度进行模拟,电池单体内热源 $5000\text{W}/\text{m}^3$,冷却水入口速度 $15\text{m}/\text{s}$,20℃冷却水从进水管首先进入中心处,然后由里及外依次循环带出热量,结果表明,该结构是有效的,可以解决内部温度高,四周温度低的问题。

[0140] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

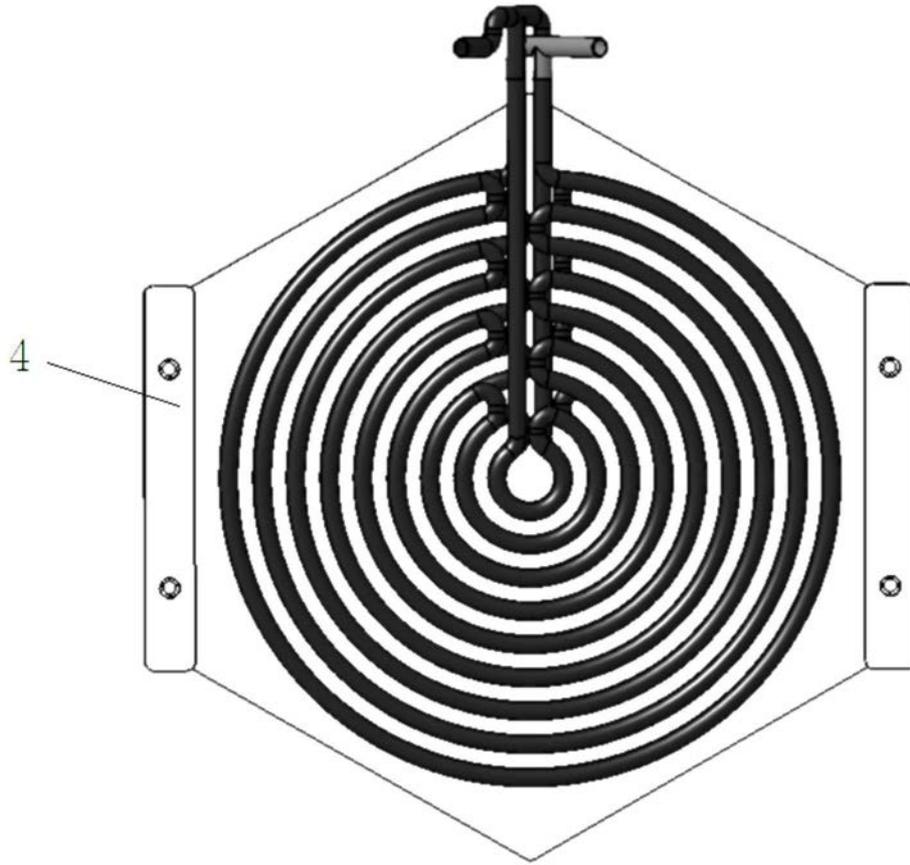


图1

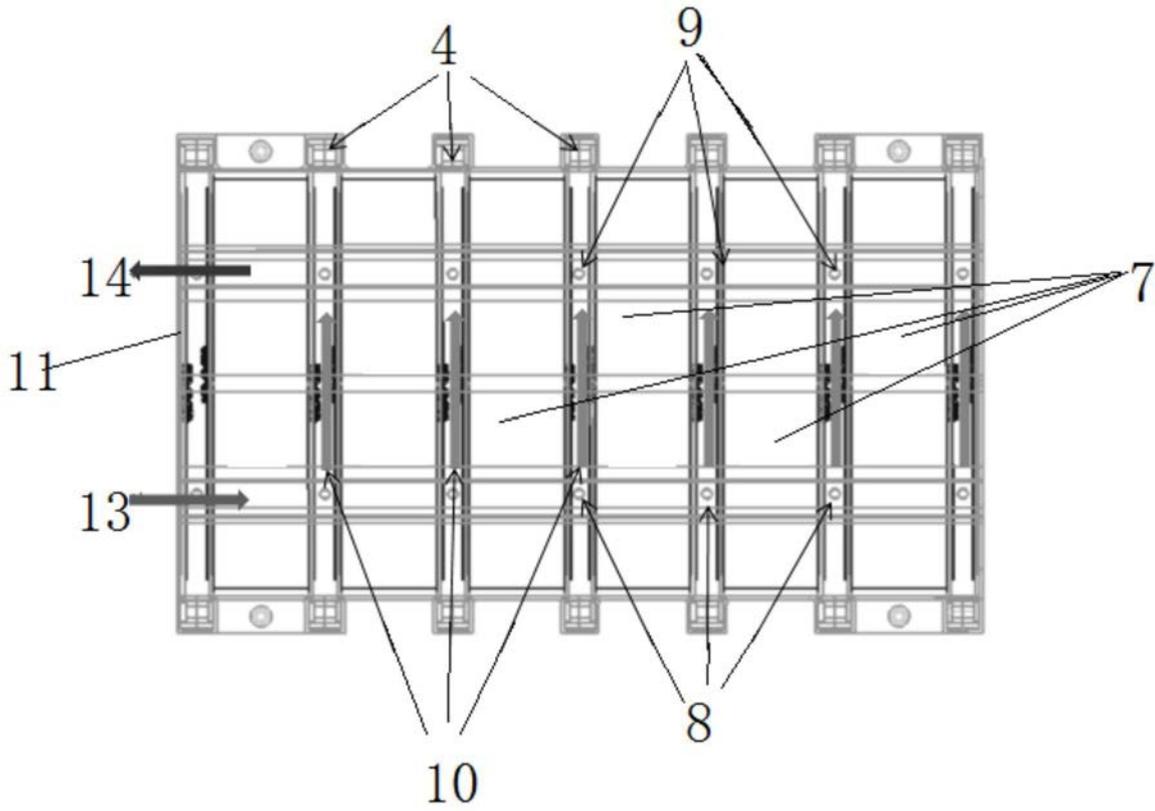


图2

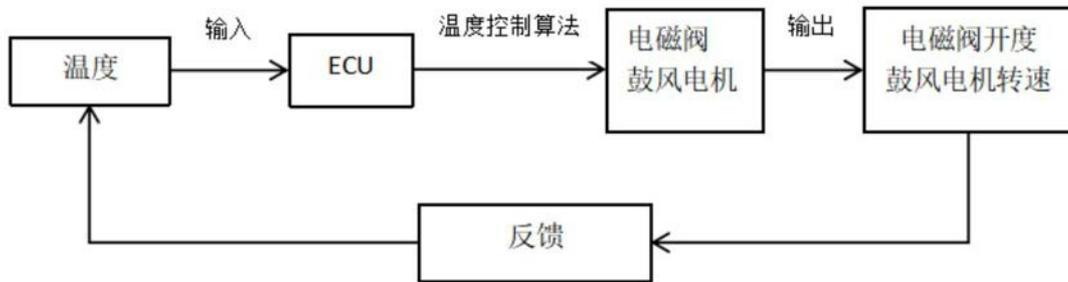


图3

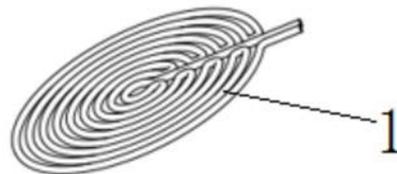


图4

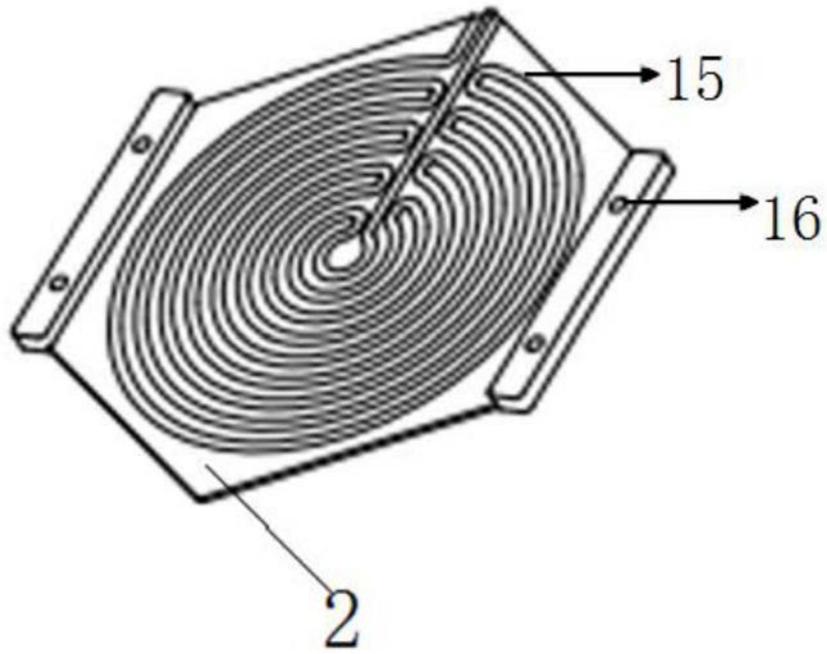


图5

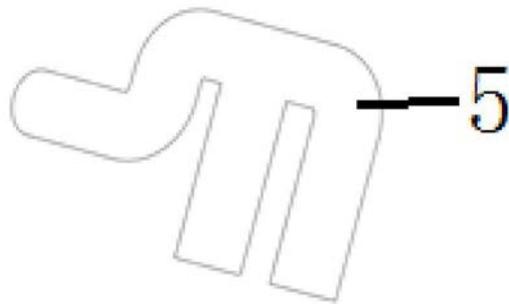


图6



图7

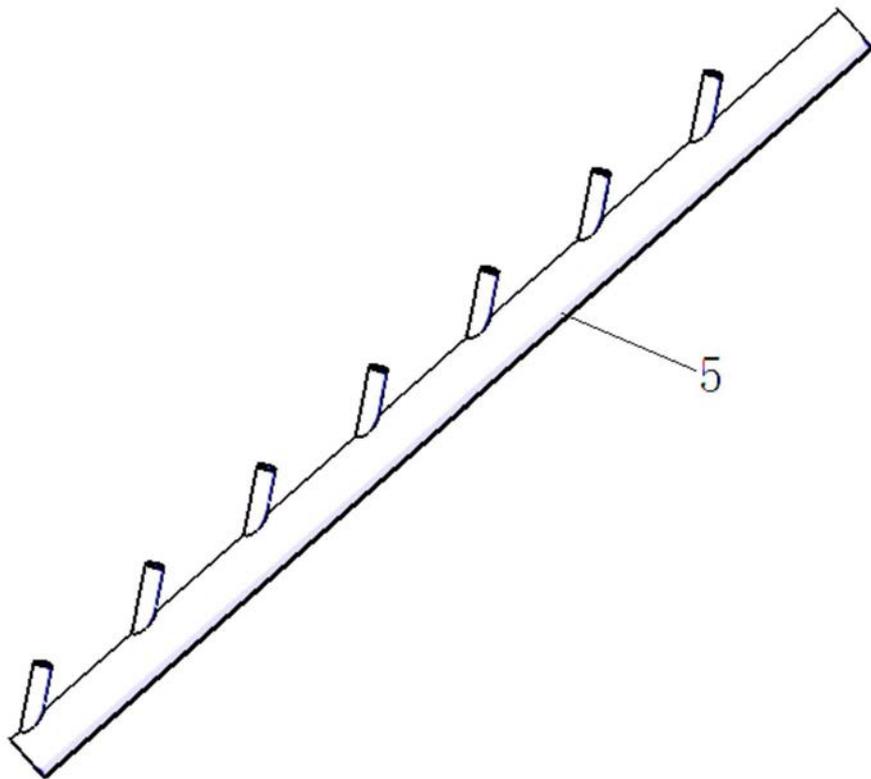


图8

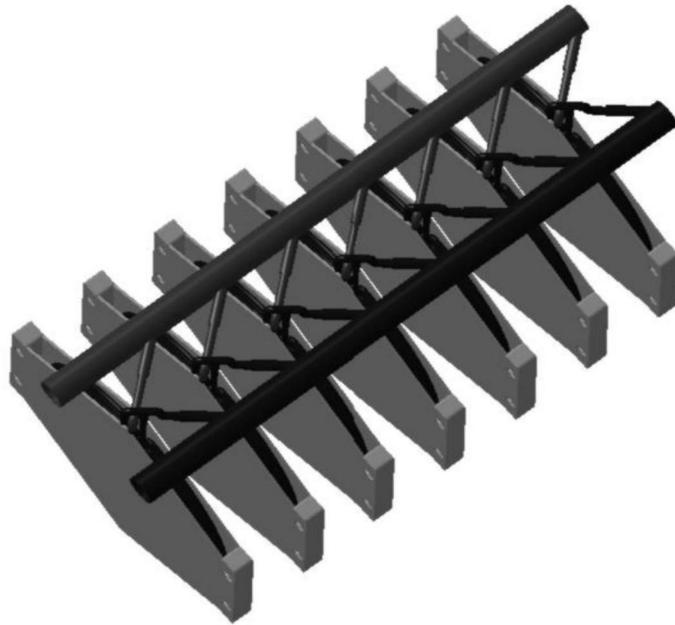


图9

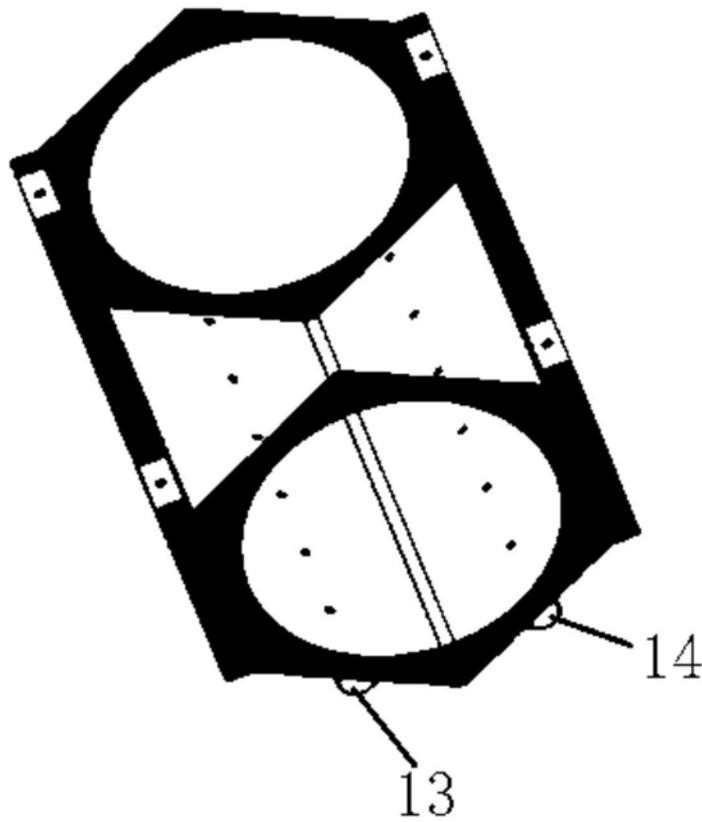


图10

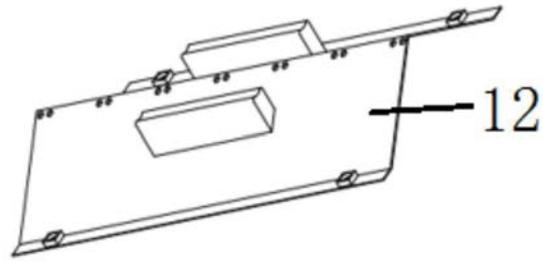


图11

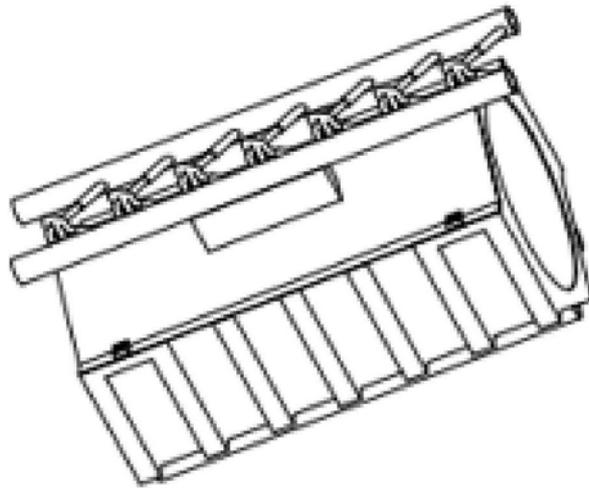
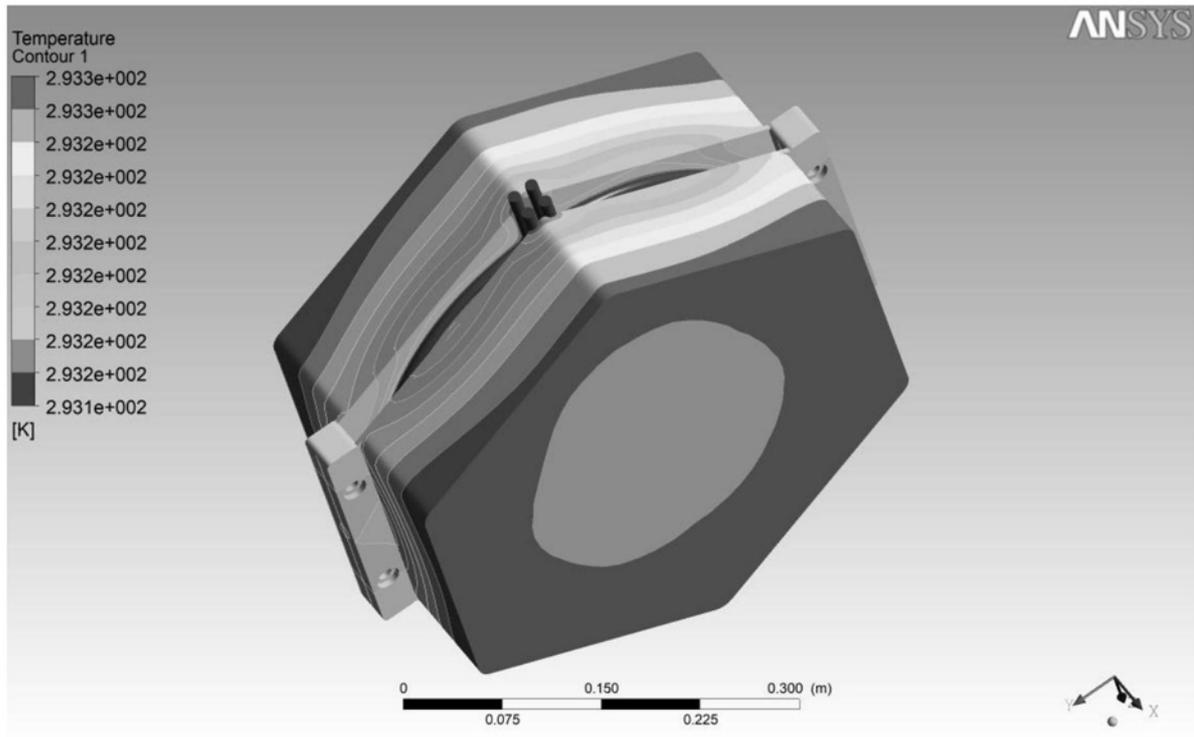
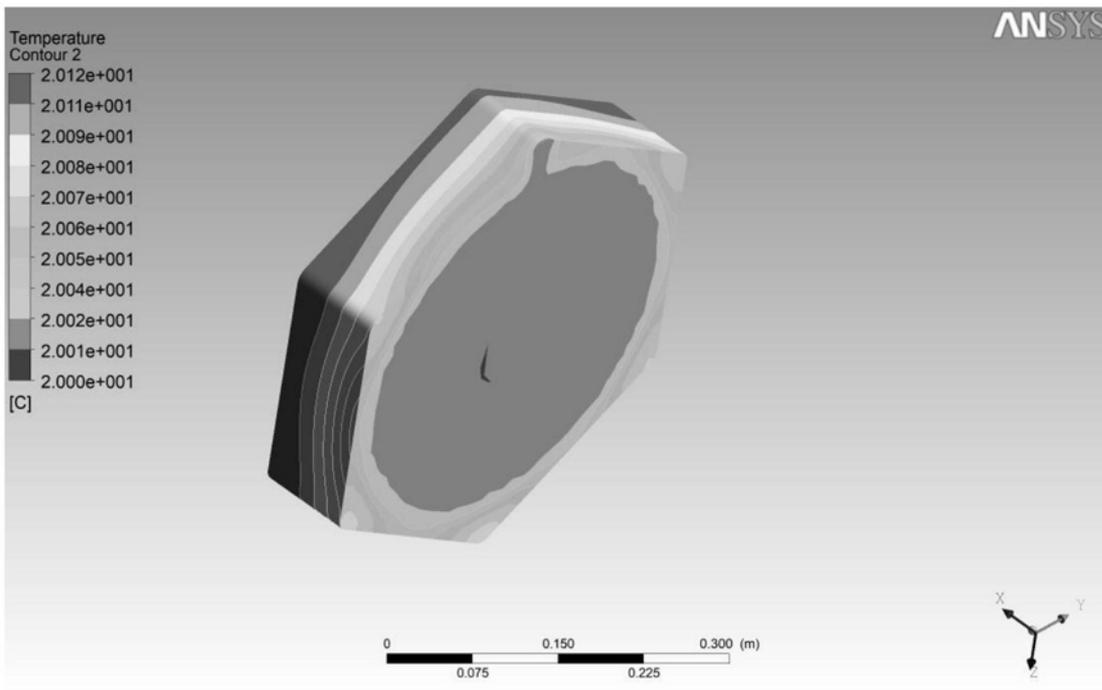


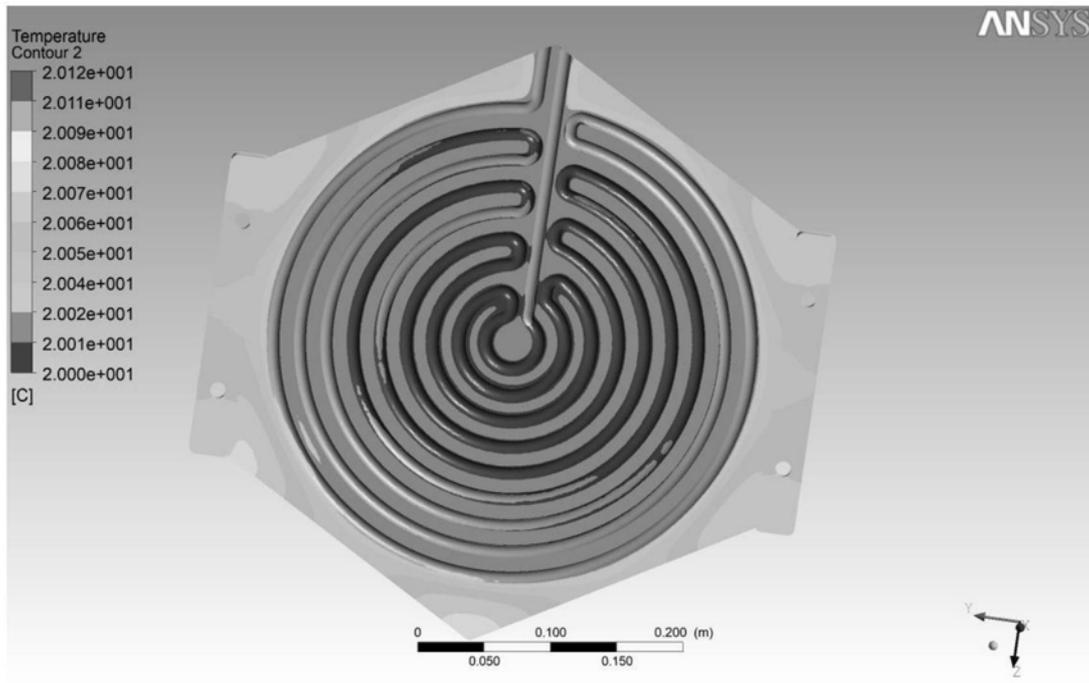
图12



(a)



(b)



(c)

图13