

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
C09K 5/02 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200710048828.4

[43] 公开日 2008 年 10 月 15 日

[11] 公开号 CN 101284984A

[22] 申请日 2007.4.9

[21] 申请号 200710048828.4

[71] 申请人 李建民

地址 610041 四川省成都市高新区高朋大道 5
号 B402-1

[72] 发明人 李建民

权利要求书 3 页 说明书 19 页

[54] 发明名称

一种超超临界强化流体传热方法及传热介质

[57] 摘要

本发明公开了一种超临界多相强化传热方法及传热介质，是在基础传热介质内加入辅助相变传热物质，使得在基础传热介质的工作温度范围内无相变传热时，辅助相变传热物质进行相变传热，基础传热介质在相变传热时，辅助相变传热物质在低于基础相变传热介质的相变温度下进行相变传热。这种方法及介质能够实现对传热的整体热控制及热管理。

1、一种超超临界强化流体传热方法，其特征在于：在一种基础超临界流体中，再加入至少一种辅助超临界流体，辅助超临界流体在基础超临界流体工作过程中，处于亚临界或超临界状态，使得超临界流体至少有两个以上的超临界点。

2、如权利要求1所述的超超临界强化流体传热方法，其特征在于：超临界流体、辅助超临界流体选择自下列一种：氮、氢、氮、氨，氟利昂（卤代烃），碳氢化合物（烃类），甲醇，二氧化碳，二氧化氮，戊烷、己烷、庚烷、丁烷、乙烷、辛烷、环戊烷、环己烷、十氢化萘、四氯化碳、对二甲苯、甲苯、间二甲苯、乙苯、苯乙烯、邻二甲苯、二硫化碳、 α -蒎烯、四氢化萘、碳酸二乙酯、丁酸、二丁醚、丙酸、三氯乙烯、二丙醚、二异丙醚、丁酸丁酯；丁酸丁酯、乙醚、丁酸丙酯、丙酸丁酯、乙酸戊酯、氯仿、乙酸异戊酯、甲酸异戊酯、乙酸丁酯、丁酸乙酯、丙酸丙酯、氯苯、甲酸戊酯、丙酸乙酯、丁酸甲酯、乙酸丙酯、丙酸甲酯、乙酸、乙酸乙酯、乙酸甲酯、四氢呋喃、2-辛醇、甲酸甲酯；甲酸甲酯、2-甲基吡啶、1-辛醇、二氯乙烷、1-庚醇、甲基环己酮、3-戊醇、乳酸乙酯、甲基环己醇、吡啶；吡啶、苯甲醇、1-己醇、2-戊醇、1-戊醇、环己酮、2-丁醇、环己醇、1-丁醇、糠醇、丁酮、丙醇、丙酮、乙醇；硝基乙烷、1,2-丙二醇、1,3-丙二醇、硝基苯、硝基甲烷、喹啉、甜菜碱、乙二醇、甘油、糠醛、甲酸、水、甲酰胺、二甲基甲酰胺。

优选的工作介质为：二氧化碳，二氧化氮，氟利昂（卤代烃），

碳氢化合物（烃类）。

3、如权利要求 1 所述的超超临界强化流体传热方法，其特征在于：基础超临界物质与辅助超临界物质的重量比为：100：1~500。

4、如权利要求 1 所述的超超临界强化流体传热方法，其特征在于：在超超临界流体中还加入至少下列一种强化传热物质：

A、颗粒类物质；

B、相变类物质；

5、如权利要求 1 所述的超超临界强化流体传热方法，其特征在于：加入的强化传热物质的比例为：

超超临界传热介质与颗粒类物质的重量比为：1：0.001~500；

超超临界传热介质与相变类物质的重量比为：1：0.001~800。

6、一种超超临界强化流体传热介质，包括基础超临界物质，其特征在于：在基础超临界物质中还加有辅助超临界物质，辅助超临界流体在基础超临界流体工作过程中，处于亚临界或超临界状态。

7、如权利要求 5 所述的超临界多相强化传热介质，其特征在于：基础超临界物质与辅助超临界物质的重量比为：100：1~500。

8、如权利要求 5 所述的超临界多相强化传热介质，其特征在于：超临界流体、扶助超临界流体选择自下列一种：氮、氢、氮、氨，氟利昂（卤代烃），碳氢化合物（烃类），甲醇，二氧化碳，二氧化氮，戊烷、己烷、庚烷、丁烷、乙烷、辛烷、环戊烷、环己烷、十氢化萘、四氯化碳、对二甲苯、甲苯、间二甲苯、乙苯、苯乙烯、邻二甲苯、二硫化碳、 α -蒎烯、四氢化萘、碳酸二乙酯、丁酸、二丁醚、丙酸、

三氯乙烯、二丙醚、二异丙醚、丁酸丁酯；丁酸丁酯、乙醚、丁酸丙酯、丙酸丁酯、乙酸戊酯、氯仿、乙酸异戊酯、甲酸异戊酯、乙酸丁酯、丁酸乙酯、丙酸丙酯、氯苯、甲酸戊酯、丙酸乙酯、丁酸甲酯、乙酸丙酯、丙酸甲酯、乙酸、乙酸乙酯、乙酸甲酯、四氢呋喃、2-辛醇、甲酸甲酯；甲酸甲酯、2-甲基吡啶、1-辛醇、二氯乙烷、1-庚醇、甲基环己酮、3-戊醇、乳酸乙酯、甲基环己醇、吡啶；吡啶、苯甲醇、1-己醇、2-戊醇、1-戊醇、环己酮、2-丁醇、环己醇、1-丁醇、糠醇、丁酮、丙醇、丙酮、乙醇；硝基乙烷、1,2-丙二醇、1,3-丙二醇、硝基苯、硝基甲烷、喹啉、甜菜碱、乙二醇、甘油、糠醛、甲酸、水、甲酰胺、二甲基甲酰胺，钠、萘、钾、铯、导热油、汞、联苯、导热姆。

优选的工作介质为：二氧化碳，二氧化氮，氟利昂（卤代烃），碳氢化合物（烃类）。

9、如权利要求6所述的超临界多相强化传热介质，其特征在于：
在超超临界流体中还加入至少下列至少一种强化传热物质：

- A、颗粒类物质；
- B、相变类物质；

10、如权利要求6所述的超临界多相强化传热介质，其特征在于：
加入的强化传热物质的比例为：

超超临界传热介质与颗粒类物质的重量比为：1：0.001~500；

超超临界传热介质与相变类物质的重量比为：1：0.001~800。

一种超超临界强化流体传热方法及传热介质

技术领域

本发明涉及利用超临界流体进行传热的方法，以及一种超超临界强传热介质，通过在基础超临界传热介质中加入辅助超临界传热介质以实现高效的传热。

背景技术

利用传热介质传热是最常见的一种传热方式，即利用传热介质在热源处吸收热量，并使吸收热量后的传热介质在放热设备或放热端内放出热量，到达传热的目的。传热介质作为一种流体，在密闭、封闭或半封闭的系统内流动。这种传热方式被广泛应用于工业领域以及民用、工业设备中。

传热过程包括换热、集热、散热、蓄热的热量的传递、交换、收集、储存、应用、控制、管理的所有过程，在本发明中，传热的概念包括以上所述的所有的过程。

根据传热介质在传热过程中是否有相变发生，可以分为有相变的传热，例如在空调、热泵中，采用氟里昂或氨、烷烃、水等作为传热介质，传热介质在蒸发器内从外界吸收热量，由液态变化为气态，然后经过压缩机、节流阀或泵等设备调节压力后，在冷凝器内由气态变成液态放出热量，来实现热控制或热管理。这种过程中传热介质在吸

热及放热过程中有相变发生，属于相变传热。同样，在热管传热过程中，热管内的传热介质在吸热端由液态变为气态吸收热量，在放热端则由气态变成液态放出热量，也属于相变传热。还有，在工业换热（升温、冷却）过程中或民用采暖过程中，如果用蒸汽采暖，则在换热设备存在相变；如果用水或其它流体作为传热介质，通常在转换过程中不存在相变过程，属于非相变传热，如在民用采暖过程中通入到楼宇及家庭的散热器中的高温水，或在发动机冷却系统中，电子器件冷却系统中，以及机械设备中用于冷却设备的机油等，常用流体循环来将热量传递到外部环境达到热控制或热管理的目的，所用的传热介质即流体可以为液体、气体或气液以及沸腾状态的混合物。

在航天和军事产品中，有比普通工业产品更高的传热性能要求，特别是对热控制的精度有更高的要求，所涉及的产品的应用的领域虽然不同，但其整体的热控制热管理的要求更高。

换热的目的一般来说是对热量进行交换或对温度进行热控制或热管理，通常，换热的热流量大小受换热设备的换热面积、传热介质的导热系数、热容量及流量、传热的热阻、传热温差的影响。通常，在一般传热系统中，换热设备的面积是一个固定的参数，传热介质的导热系数、热容量也是一定的，热控制或热管理往往是通过改变传热介质的循环量来实现的，在热泵或空调等系统中还通过控制蒸发设备及冷凝设备的操作压力来进行热控制或热管理调节。

超临界流体(SCF)指热力学状态处于“临界点”以上的流体；即在临界温度和临界压力以上的流体，超临界流体兼有液体和气体的双

重特性,密度大、扩散系数大、粘度小、渗透性好;在临界点附近流体的物理化学性质随温度在临界点附近流体的物理化学性质随温度和压力的变化极其敏感,在不改变化学组和压力的变化极其敏感,在不改变化学组成的条件下,即可通过压力调节流体性质。超临界流体技术自上世纪超临界流体技术自上世纪 70 年代开始崭露头角,以其环保、高效等显著优势轻松超头角,以其环保、高效等显著优势轻松超越传统技术,迅速渗透到传统技术,渗透到萃取分离、石油萃取分离、石油化工、化学工程、材料科学、生物技术化工、化学工程、材料科学、生物技术与医药、环境工程、纳米技术等诸多领域,并成为这些领域发展的主导之一。然而,超临界流体的传热性能的研究,仅限于将其作为一种流体进行研究,如作为一种流体,采用外界的特殊泵提供动力,来实现的流体传热;

1985 年 10 月,Nitsche 和 Straub 在航天飞机内一次实验中意外发现,流体的主流温度随壁温改变很快,系统趋于热平衡所用时间远低于原先估计所需的时间,注意此时的传热过程,导热非常微弱,对流受到抑制,辐射可以忽略,但热能仍较快地从壁面传给主流,所以这里面蕴涵着一种新的传热机理,此后,一些实验先后证实了这一奇异的传热现象,该传热现象被称为活塞效应,Zappoli 指出“活塞效应实质上是一种热声效应”,是导热、对流和辐射以外的第四种传热机理。

超临界流体有很多特殊的性质,特别是在其临界点及其附近,具备很高的传热能力,因而利用超临界流体的传热能力来实现高效的传

热，是一种广泛被研究的课题。

发明内容

本发明的目的在于提供一种超超临界强化传热方法，通过在一种超临界流体中加入另外一种超临界流体，使得组合而成的超临界流体至少存在两个以上的超临界点，构成具有至少双重超临界流体的传热介质，称其为超超临界流体，利用组成的超超临界流体实现新形式的传热及热控制及热管理的目标。同时在超超临界流体中，加入相变物质或颗粒类物质来强化超超临界流体，使其具备更高的传热性能。

本发明的另外一个目的是发明一种超超临界流体传热介质，以及通过加入强化物质使其具备强化传热能力的传热介质。

本文中的临界点也包括亚临界点，临界点以及亚临界点通常通称为临界点，在本文中，所有的临界点同样也包含亚临界点。

本发明采用如下技术方案：

一种超超临界强化传热方法，在基础超临界流体中内加入辅助超临界流体，构成的组合超临界流体具有至少两个以上的超临界点，使得超临界流体在不同的温度范围，具有双重或者多种的超临界点，通过多个超临界节点，来实现利用超临界流体进行传热。

在基础超临界流体中加入辅助超临界流体物质，称为超超临界流体。

所述的基础超临界传热介质可以为任何能够用于传热的超临界

流体，一般情况下，超临界流体、辅助超临界流体选择自下列一种：
氮、氢、氦、氨，氟利昂（卤代烃），碳氢化合物（烃类），甲醇，二氧化碳，二氧化氮，戊烷、己烷、庚烷、丁烷、乙烷、辛烷、环戊烷、环己烷、十氢化萘、四氯化碳、对二甲苯、甲苯、间二甲苯、乙苯、苯乙烯、邻二甲苯、二硫化碳、 α -蒎烯、四氢化萘、碳酸二乙酯、丁酸、二丁醚、丙酸、三氯乙烯、二丙醚、二异丙醚、丁酸丁酯；丁酸丁酯、乙醚、丁酸丙酯、丙酸丁酯、乙酸戊酯、氯仿、乙酸异戊酯、甲酸异戊酯、乙酸丁酯、丁酸乙酯、丙酸丙酯、氯苯、甲酸戊酯、丙酸乙酯、丁酸甲酯、乙酸丙酯、丙酸甲酯、乙酸、乙酸乙酯、乙酸甲酯、四氢呋喃、2-辛醇、甲酸甲酯；甲酸甲酯、2-甲基吡啶、1-辛醇、二氯乙烷、1-庚醇、甲基环己酮、3-戊醇、乳酸乙酯、甲基环己醇、吡啶；吡啶、苯甲醇、1-己醇、2-戊醇、1-戊醇、环己酮、2-丁醇、环己醇、1-丁醇、糠醇、丁酮、丙醇、丙酮、乙醇；硝基乙烷、1,2-丙二醇、1,3-丙二醇、硝基苯、硝基甲烷、喹啉、甜菜碱、乙二醇、甘油、糠醛、甲酸、水、甲酰胺、二甲基甲酰胺、钠、萘、钾、铯、导热油、汞、联苯、导热姆。

优选的工作介质为：二氧化碳，二氧化氮，氟利昂（卤代烃），碳氢化合物（烃类）。

基础超临界物质与辅助超临界物质的重量比为：100：1~500。

为了强化传热，在超超临界流体中还加入至少下列一种强化传热物质：

A、颗粒类物质；

B、相变类物质；

加入的强化传热物质的比例为：

超超临界传热介质与颗粒类物质的重量比为：1：0.001~500；

超超临界传热介质与相变类物质的重量比为：1：0.001~800。

所述的颗粒物质可以为金属颗粒物和/或非金属颗粒，金属颗粒物可以为金属，例如为铜、铁、铝、锌、钢、金、银、锡颗粒中的一种或多种，其中以铜、铝的传热系统较高所以其强化传热效果较好；金属颗粒物质还可以为金属氧化物，例如为四氧化三锰、氧化钴、氧化钽、四氧化三铁、三氧化锆、氧化钇、氧化铍、氧化镱、氧化镨、氧化硼、氧化硅、氧化铝颗粒中的一种或多种；金属颗粒物还可以为盐类颗粒，例如硼酸钨钼、钛酸钾、碳化硼、铬酸锶、偏铝酸锂、重铬酸盐（重铬酸钾、重铬酸钠）中的一种或多种。

非金属颗粒物可以为塑料颗粒、玻璃颗粒、陶瓷颗粒、沙石颗粒；其中沙石颗粒可选用 SiO_2 或绿柱石。

所述的辅助相变物质可以为固固相变物质或固液相变物质、液气相变物质或其中两种或两种以上的混合物。

所述的液气相变物质可以为钠、萘、钾、铯、导热油、水、汞、联苯、导热姆、丙酮、氨、甲醇、乙醇、乙烷、氮、CFC、HCFC、HFC、CFCs、HFCFs、HFCs、氨、碳氢化合物、二氧化碳中的一种或多种，但具体选用时不能与所用的基础传热物质相同。

所述的固固相变物质可以为多元醇、PE（季戊四醇）、PG（2，2—二羟甲基丙醇）、NPG（新戊二醇）、TMP（三甲基丙烷）、TAM、

无机盐、层状钙钛矿、硫氰化铵 (NH₄SCN)、高分子聚合物、高分子交联树脂、接枝共聚物、聚乙烯中的一种或一种以上的物质。

所述的固液相变物质可以为无机水合盐、石蜡、脂肪酸、碱金属及碱土金属的卤化物、高温融化盐、混合盐、金属、合金、高级脂肪烃、醇、多烃基化合物中的一种或一种以上的物质。

所述的无机水合盐可以为硫酸盐、磷酸盐、碳酸盐、醋酸盐中的一种或多种。

所述的高温融化盐可以为氟化盐、氯化物、硝酸盐、碳酸盐、硫酸盐中的一种或多种。

所述的多烃基化合物可以为多元醇、季戊四醇、新戊二醇中的一种或多种。

对于颗粒物质来说,在超临界流体中的加入量,综合各因素考虑,工作介质与颗粒类物质的重量比为: 1: 0.001~500;

辅助相变物质在超临界流体中的加入量,工作介质与相变类物质的重量比为: 1: 0.001~800。

本发明还提供了一种超临界强化传热介质,包括基础流态化传热介质和辅助流态化传热物质,基础流态化和辅助流态化物质的工作温度区间之内,都在气临界点内。使得流体在工作温度区间内,具备有至少两个以上的临界点。

由于无论是基础超临界物质还是辅助超临界物质,其本身都属于超临界物质,因此两者可采用任意比例,但为获得更好的传热效果,

基础超临界传热介质与辅助超临界热物质的重量比为 1: 1~500, 使得能够充分发挥出多相传热的效果。

所述的基础超临界传热介质可以为任何能够用于传热的超临界流体, 一般情况下, 超临界流体、辅助超临界流体选择自下列一种: 氦、氢、氮、氨, 氟利昂 (卤代烃), 碳氢化合物 (烃类), 甲醇, 二氧化碳, 二氧化氮, 戊烷、己烷、庚烷、丁烷、乙烷、辛烷、环戊烷、环己烷、十氢化萘、四氯化碳、对二甲苯、甲苯、间二甲苯、乙苯、苯乙烯、邻二甲苯、二硫化碳、 α -蒎烯、四氢化萘、碳酸二乙酯、丁酸、二丁醚、丙酸、三氯乙烯、二丙醚、二异丙醚、丁酸丁酯; 丁酸丁酯、乙醚、丁酸丙酯、丙酸丁酯、乙酸戊酯、氯仿、乙酸异戊酯、甲酸异戊酯、乙酸丁酯、丁酸乙酯、丙酸丙酯、氯苯、甲酸戊酯、丙酸乙酯、丁酸甲酯、乙酸丙酯、丙酸甲酯、乙酸、乙酸乙酯、乙酸甲酯、四氢呋喃、2-辛醇、甲酸甲酯; 甲酸甲酯、2-甲基吡啶、1-辛醇、二氯乙烷、1-庚醇、甲基环己酮、3-戊醇、乳酸乙酯、甲基环己醇、吡啶; 吡啶、苯甲醇、1-己醇、2-戊醇、1-戊醇、环己酮、2-丁醇、环己醇、1-丁醇、糠醇、丁酮、丙醇、丙酮、乙醇; 硝基乙烷、1,2-丙二醇、1,3-丙二醇、硝基苯、硝基甲烷、喹啉、甜菜碱、乙二醇、甘油、糠醛、甲酸、水、甲酰胺、二甲基甲酰胺、钠、萘、钾、铯、导热油、汞、联苯、导热姆。

优选的工作介质为: 二氧化碳, 二氧化氮, 氟利昂 (卤代烃), 碳氢化合物 (烃类)。

基础超临界物质与辅助超临界物质的重量比为: 1: 1~500。

为了强化传热，在超超临界流体中还加入至少下列一种强化传热物质：

A、颗粒类物质；

B、相变类物质；

加入的强化传热物质的比例为：

超超临界传热介质与颗粒类物质的重量比为：1：0.001~500；

超超临界传热介质与相变类物质的重量比为：1：0.001~800。

所述的颗粒物质可以为金属颗粒物和/或非金属颗粒，金属颗粒物可以为金属，例如为铜、铁、铝、锌、钢、金、银、锡颗粒中的一种或多种，其中以铜、铝的传热系统较高所以其强化传热效果较好；金属颗粒物质还可以为金属氧化物，例如为四氧化三锰、氧化钴、氧化钽、四氧化三铁、三氧化锆、氧化钇、氧化铍、氧化镱、氧化镨、氧化硼、氧化硅、氧化铝颗粒中的一种或多种；金属颗粒物还可以为盐类颗粒，例如硼酸钨镉、钛酸钾、碳化硼、铬酸锶、偏铝酸锂、重铬酸盐（重铬酸钾、重铬酸钠）中的一种或多种。

非金属颗粒物可以为塑料颗粒、玻璃颗粒、陶瓷颗粒、沙石颗粒；其中沙石颗粒可选用 SiO_2 或绿柱石。

所述的辅助相变物质可以为固固相变物质或固液相变物质、液气相变物质或其中两种或两种以上的混合物。

所述的液气相变物质可以为钠、萘、钾、铯、导热油、水、汞、联苯、导热姆、丙酮、氨、甲醇、乙醇、乙烷、氮、CFC、HCFC、

HFC、CFCs、HFCFs、HFCs、氨、碳氢化合物、二氧化碳中的一种或多种，但具体选用时不能与所用的基础传热物质相同。

所述的固固相变物质可以为多元醇、PE（季戊四醇）、PG（2，2一二羟甲基丙醇）、NPG（新戊二醇）、TMP（三甲基丙烷）、TAM、无机盐、层状钙钛矿、硫氰化铵（NH₄SCN）、高分子聚合物、高分子交联树脂、接枝共聚物、聚乙烯中的一种或一种以上的物质。

所述的固液相变物质可以为无机水合盐、石蜡、脂肪酸、碱金属及碱土金属的卤化物、高温融化盐、混合盐、金属、合金、高级脂肪烃、醇、多烃基化合物中的一种或一种以上的物质。

所述的无机水合盐可以为硫酸盐、磷酸盐、碳酸盐、醋酸盐中的一种或多种。

所述的高温融化盐可以为氟化盐、氯化物、硝酸盐、碳酸盐、硫酸盐中的一种或多种。

所述的多烃基化合物可以为多元醇、季戊四醇、新戊二醇中的一种或多种。

对于颗粒物质来说，在超临界流体中的加入量，综合各因素考虑，工作介质与颗粒类物质的重量比为：1：0.001~500；

辅助相变物质在超临界流体中的加入量，工作介质与相变类物质的重量比为：1：0.001~800。

本发明的超超临界强化传热方法以及传热介质，可以应用于工业系统或建筑采暖、发动机冷却、空调制冷、计算机散热器、电子设备

散热、可再生能源以及太阳能利用、超临界锅炉以及超超临界锅炉系统等所有的采用流体进行传热以及采用一个封闭的腔体内的工作介质进行传热的传热元件的传热之中。

既可以应用于一个密闭腔体内，也可以用于在一个半密闭或封闭的腔体内。

对于采用本发明的传热方法以及传热介质的一个传热过程中，基础超临界传热介质达到临界点以后，处于超临界的状态进行传热，当热能增大时，基础的超临界传热介质的传热能力不足，超临界传热流体的温度将上升，温度升高使得辅助超临界传热介质开始进行亚临界点并且逐渐进入到临界点，超超临界传热介质开始进入到第二个临界点开始传热。超临界流体在临界点或临界点附近具有极高的传热能力，本发明正是利用超临界流体的性质，制造多个临界点使具备持续高效的传热能力。

在超超临界流体中加入颗粒类物质，可以强化超临界流体的传热。加入相变类物质，使其在吸热部分进行吸热，吸热物质在吸收热能后开始相变蓄热，在该相变物质进入到放热端以后，相变物质释放热能进行放热，实现了采用液固等不同于热管的液气相变原理进行了传热。该种传热同时对高温以及低温的波动进行了调整和均衡，使得在传热过程中具备均匀的传热能力，特别是针对太阳能应用的领域，由于太阳能为一个波动的热源，变化的热源的利用为太阳能的利用带来了难度，采用本发明实现将热能进行均温以及恒定，可以有效地解决太阳能的利用问题。除此之外，该种传热还可以应用于建筑的供暖

和制冷，利用夜间和白天的电价格之差，实现在夜间利用相变物质储存热能，在白天进行释放。平衡工作介质在不同的工作区间的工作温度，从而实现对传热的整体的热控制或热管理。

具体实施方式

下面结合具体实施例对本发明的超超临界传热方法及传热介质作进一步说明，以助于理解本发明的内容。

实施例 1

本实施例涉及的超临界多相强化传热介质适宜的应用领域为：建筑供暖，发动机冷却，电子器件液冷，机械、医疗设备温度控制，航天，军事。

超临界传热工作介质组成：

基础超临界传热介质：

二氧化碳，500 克；临界温度 31.3℃，临界压力 7.29MPa，

辅助超临界传热介质：

六氟化硫，1000 克；临界温度 45℃，临界压力 3.76 MPa；

超临界传热工作介质工作性质：

工作温度区间：30—120℃，工作压力区间：3—15 MPa。

在本实施例中，二氧化碳首先处于超临界状态，此时，六氟化硫处于亚临界状态，当温度继续升高度达到 45 度后，六氟化硫也处于超临界状态，从而，形成超超临界传热介质，在 31 度以及 45 度的两

个超临界温度点，超临界流体具备极高的传热性能，因而，比一种超临界流体，具备更高的传热性能。

在以上的超临界流体中，还加入下列的强化传热的物质：

实施例 1.1

加入的辅助相变传热物质：为液气相变物质，为甲醇与乙醇的混合物。

甲醇：30，汽化温度为：64.7℃；

乙醇：40，汽化温度为：78.3℃；

加入的强化传热物质，在基础超临界物质达到临界点时，甲醇、乙醇被雾化成为雾珠，在超临界物质中进行强化传热，当温度达到64.7℃时甲醇气化，以相变的形式进行传热，当温度达到78.3℃后，乙醇气化，从而以相变传热和超临界结合的形式进行传热。

实施例 1.2

加入的相变物质为：固固相变物质为辅助相变传热物质，

2，2—二羟甲基丙醇（PG）：120克，相变温度：81.76℃，
转变焓：172.458 J/G；

传热方法为：在超超临界流体中，加入固固相变物质作为辅助相变传热物质，被加热到81.76℃时，PG开始吸热相变，到冷凝端后，当温度低于81.76℃时开始放热，从而实现利用固固相变的传热；

实施例 1.3

加入的辅助相变传热物质为：固液（液固）相变物质，

三水醋酸钠：700克，相变温度58.2℃，溶解热250.8J/G，

AL (NO₃)₃·9H₂O: 80 克, 相变温度 90℃, 熔解热 135.9J/G

三羟甲基乙烷: 100 克, 相变温度 80℃, 熔解热 309J/G

利用三种相变材料的不同的相变温度, 在不同的相变点进行温度的释放, 完成相变的传热;

加入的颗粒类强化传热物质:

加入的颗粒物为: 颗粒度为 0.001mm 的铜 100 克、颗粒度为 0.01mm 的氧化铜 30 克、颗粒度为 0.3mm 的铝 1000 克。

实施例 2

本实施例中涉及的超临界多相强化传热介质适用的领域包括: 发动机冷却, 机械、医疗设备热控制, 航天, 军事。

基础传热介质: 机油, 工作温度, 10-200℃, 压力, 正常气压

实施例 2.1

辅助相变传热物质为固固相变物质, 本实施例中超临界多相强化传热介质各组分的体积比为:

机油: 100 份

线性低密度聚乙烯 (LLDPE), 2 份, 相变温度 126℃, 相变焓 157J/G, 颗粒度 10nm (纳米)

高密度聚乙烯 (HDPE), 2.5 份, 相变温度 133℃, 相变焓 212J/G, 颗粒度 90nm (纳米);

采用这种超临界多相强化传热介质的超临界多相强化传热方法为: 在机油为基础传热物质的工作介质中, 加入非金属的相变物质,

制成纳米的非金属添加物，使其既可以保持有纳米物质的功能流体的特性，有通过相变物质控制机油的温度，即增加了其传热能力，又增加了热控制热管理能力，使得发动机在高温时可以通过相变蓄热将温度控制在适合的温度。

实施例 2.2

辅助相变传热物质为固液（液固）相变物质，为 LiNO_3 (体积比 42%)+ KNO_3 (体积比 58%)。

本实施例中超临界多相强化传热介质各组分的体积比为：

机油：100 份

LiNO_3 (体积比 42%)+ KNO_3 (体积比 58%)，：10 份，相变温度 120°C ，相变焓 151J/G ；

实施例 3

本实施例中涉及的超临界多相强化传热介质适用的领域：冶金、钢铁、化工行业余热回收，发动机余热回收，电子机械设备温度控制，太阳能中高温利用，超临界电力设备，超超临界电力，设备航天，军事。

基础超临界工作介质：

二氧化碳，5000 克；，临界温度 31.3°C ，临界压力 7.29MPa 。

辅助超临界工作介质：

水，5000 克，临界温度 374°C ，临界压力 22MPa 。

超超临界传热介质的工作区域：

工作温度：30-600℃，工作压力：7-50 MPa，

实施例 3.1

辅助相变传热物质为：固固相变物质

纯聚乙二醇 (PEG)：100 克，相变温度：328℃，相变焓 185J/G

高密度聚乙烯(HDPE)：500 克，相变温度：133℃，相变焓 212J/G

本超超临界物质工作温度适合于在 30-600℃内变化，在加热温低于 133℃时，依靠高密度聚乙烯 (HDPE) 进行相变传热，当加热端温度低于 328℃时，依靠纯聚乙二醇 (PEG) 进行相变传热，其放热端温度低于 133℃，以便保证相变传热可以实现。

加入的颗粒类物质：

颗粒物质采用颗粒度为 0.1-10mm 的玻璃微珠颗粒 554 克及颗粒度为 1-10mm 的铜 1522 克。

实施例 3.2

加入的辅助相变传热物质为：固液（液固）相变物质，

LiCl-KCl：100 克，相变温度：352℃，熔解热 117.8J/G

NaCl-NaNO₃：300 克，相变温度：290℃，熔解热 247J/G

LiNO₃-KNO₃：500 克，相变温度：120℃，熔解热 151J/G

实施例 4

应用领域：制冷空调、热泵，建筑供暖、太阳能利用、余热回收，

航天，军事等。

基础超临界以及辅助超临界物质为：

基础超临界工作介质	重量 (克)	临界温度 °C	临界压力 bar
R13	500	28.8	39.0
辅助超临界工作介质			
R134a	600	101.1	4.067
氨	500	132	11.28
超超临界流体工作介质		工作温度°C	工作压力 bar
总重	1600	10-150	4-50

实施例 4.1

加入的相变物质：液气相变物质作为辅助相变传热物质，该辅助相变传热物质由 F11、F22 组成。

F22，100 克，正常沸点 31°C。

实施例 4.2

加入的固液相变物质为：

$\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ，130 克，相变温度：58°C，潜热值：250 KJ/KG

$\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ (加入适量氧化钠)，230 克，相变温度：17-27°C，潜热值：246 KJ/KG

传热方法为：将两种相变材料分别制造为颗粒物，并且将其用胶囊包裹，加入基础超临界传热介质中，在制冷过程中 $\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ (加入适量氧化钠) 为辅助相变物质实现制冷的相变，在供热过程中，采用 $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 为相变物质，实现辅助相变传热，加入两种成分的物质将提高制冷与供热循环的整体效能。

实施例 5

应用领域：热管、封闭腔体、密闭腔体内；

包括：热管散热器、热管换热器、热管集热器、热管蓄热器，脉冲热管、循环热管、曲面热管、复杂热管，航天，军事

基础超临界传热介质与辅助超临界传热介质：

超临界流体	重量 (克)	临界温度 °C	临界压力 bar
CO ₂	500	31.3	72.9
NH ₃	300	132.3	111.3

超临界传热工作介质工作性质：

工作温度区间：30—200°C，工作压力区间：7—20 MPa。

实施例 5.1

辅助相变传热物质为：乙醇及丙酮。

丙酮：300 克，正常沸点 56°C

乙醇：400 克，正常沸点 78°C

加入的颗粒类物质为：

加入的颗粒物质为：

颗粒度 0.0001-10mm 的铜 500 克，

颗粒度：0.001-10mm 的铝 300 克，

颗粒度 0.0001-10mm 的玻璃颗粒 400 克。

实施例 5.2

辅助相变传热物质为：固固相变物质

AMP, 200 克 , 转变温度: 56.96°C, 转变焓 114KJ/KG;

PG30%+NPG70% (二元体系结构): 50 克 , 转变温度: 40-81
°C, 转变焓 27-85KJ/KG

本实施例中的超临界传热介质的中, 其主要的辅助相变传热物质为 PG30%+NPG70% (二元体系结构), 其具有较宽的相变温度区间, 但在其特殊的温度点, 根据系统的热控制的目标选择不高于 60°C, 因而采用 AMP 使系统的温度达到接近 60°C时可以将热量大量的吸收, 使得系统的热控制的目标可以实现。