



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112035962 A

(43) 申请公布日 2020.12.04

(21) 申请号 202010940247.7

(22) 申请日 2020.09.09

(71) 申请人 中国航空工业集团公司沈阳飞机设计研究所

地址 110035 辽宁省沈阳市皇姑区塔湾街40号

(72) 发明人 梁兴壮 林鹏 袁振伟 艾凤明 李征鸿 赵民

(74) 专利代理机构 北京航信高科知识产权代理事务所(普通合伙) 11526

代理人 高原

(51) Int. Cl.

G06F 30/15 (2020.01)

G06F 30/27 (2020.01)

G06F 119/08 (2020.01)

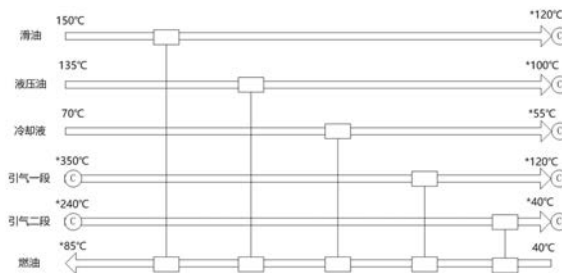
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54) 发明名称

一种基于超结构模型的航空机载换热网络优化方法

(57) 摘要

本申请提供了一种基于超结构模型的航空机载换热网络优化方法,所述方法包括:确定机载换热网络中冷热流体的进出口参数及冷热流体的股数;根据所述冷热流体的进出口参数及冷热流体的股数建立换热网络超结构模型,从而建立每个换热节点的热平衡关系;构建最优换热面积下的优化目标函数,通过优化目标函数计算冷热流体的换热量,通过优化算法迭代计算所述优化目标函数得到全机换热网络结构。本申请的方法从全机的角度对热量的交换过程进行整体优化,是一种热管理系统中热网络的正向设计方法,能够最大限度的利用机载现有热沉,同时优化换热节点的重量和换热功率裕度,为系统的轻质化设计提供重要的指导方法。



1. 一种基于超结构模型的航空机载换热网络优化方法,其特征在于,所述方法包括:
确定机载换热网络中冷热流体的进出口参数及冷热流体的股数;
根据所述冷热流体的进出口参数及冷热流体的股数建立换热网络超结构模型,从而建立每个换热节点的热平衡关系;
构建最优换热面积下的优化目标函数,通过优化目标函数计算冷热流体的换热量,通过优化算法迭代计算所述优化目标函数得到全机换热网络结构。
2. 如权利要求1所述的基于超结构模型的航空机载换热网络优化方法,其特征在于,所述超结构模型至少包含 m 股热流体和 n 股冷流体, m 股热流体和 n 股冷流体形成散热级 S , $S = \max(m, n)$,其中, $m, n \in \mathbb{N}^+$, \mathbb{N}^+ 为正整数。
3. 如权利要求1所述的基于超结构模型的航空机载换热网络优化方法,其特征在于,所述最优换热面积指的是最小换热面积。
4. 如权利要求1所述的基于超结构模型的航空机载换热网络优化方法,其特征在于,所述优化算法包括粒子群算法、模拟退火算法及遗传算法。
5. 如权利要求1所述的基于超结构模型的航空机载换热网络优化方法,其特征在于,通过优化目标函数计算冷热流体的换热量过程中,通过能量守恒定律、热力学第二定律、场协同温差均匀性因子对冷端与热端的换热量计算。
6. 如权利要求1所述的基于超结构模型的航空机载换热网络优化方法,其特征在于,优化后得到的全机换热网络结构包括节点布置、节点换热量及换热器的数量。

一种基于超结构模型的航空机载换热网络优化方法

技术领域

[0001] 本申请属于机载换热技术领域,特别涉及一种基于超结构模型的航空机载换热网络优化方法。

背景技术

[0002] 机载热管理系统涉及的换热节点较多,热交换过程工况复杂,基于单一的系统功能实现,仅考虑散热功率等级,保证系统在典型苛刻工况下满足系统最严苛的散热需要,并以此进行换热点的布置和设计。

[0003] 目前的机载热管理系统散热网络设计没有综合全机热沉以及散热载荷的冷热流特性的综合设计方法,也无法统筹全机的冷热资源并从散热的角度进行优化设计,仅局限于单一系统功能实现的目标开展系统设计,形成的系统存在过设计的情况,虽然能够最大限度的满足机载最苛刻工况要求,系统设计安全性较好,但冷端热沉利用的充分性以及温度的梯级优化匹配等方面缺乏考虑,使得系统的节点布置难于最优,且节点的设计裕度过大,冷热流的匹配性能较差,导致机载系统有限的热沉资源利用不充分或换热节点的换热功率设计不合理,增加系统重量负担。

发明内容

[0004] 本申请的目的是提供了一种基于超结构模型的航空机载换热网络优化方法,以解决或减轻背景技术中的至少一个问题。

[0005] 本申请的技术方案是:一种基于超结构模型的航空机载换热网络优化方法,所述方法包括:

[0006] 确定机载换热网络中冷热流体的进出口参数及冷热流体的股数;

[0007] 根据所述冷热流体的进出口参数及冷热流体的股数建立换热网络超结构模型,从而建立每个换热节点的热平衡关系;

[0008] 构建最优换热面积下的优化目标函数,通过优化目标函数计算冷热流体的换热量,通过优化算法迭代计算所述优化目标函数得到全机换热网络结构。

[0009] 进一步的,所述超结构模型至少包含 m 股热流体和 n 股冷流体, m 股热流体和 n 股冷流体形成 S 个散热级数, $S = \max(m, n)$,其中, $m, n \in N^+$, N^+ 为正整数。

[0010] 进一步的,所述最优换热面积指的是最小换热面积。

[0011] 进一步的,所述优化算法包括粒子群算法、模拟退火算法及遗传算法。

[0012] 进一步的,通过优化目标函数计算冷热流体的换热量过程中,通过能量守恒定律、热力学第二定律、场协同温差均匀性因子对冷端与热端的换热量计算。

[0013] 进一步的,优化后得到的全机换热网络结构包括换热节点布置、节点换热量及换热器的数量。

[0014] 本申请所提供的基于超结构模型的航空机载热换热网络优化方法通过对机载换热网络进行混合整数非线性数学模型抽象和描述,根据机载换热网络的冷热物流的进出口

参数以及冷热流体的股数,建立机载换热网络超结构模型,依据热管理系统冷热流数据完成模型的初始化,依据质量守恒、能量守恒、热力学第二定律以及场协同理论进行求解优化,解决换热器节点布置不合理问题;通过智能算法优化换热节点的换热量,以最小换热面积为目标函数优化整个换热过程,最终得到全机换热网络的换热节点布置、节点换热量以及换热器的数量,解决系统换热节点换热功率过设计问题。

附图说明

[0015] 为了更清楚地说明本申请提供的技术方案,下面将对附图作简单地介绍。显而易见地,下面描述的附图仅仅是本申请的一些实施例。

[0016] 图1为本申请的基于超结构模型的航空发动机热交换网络优化方法流程图。

[0017] 图2为本申请中一实施例的机载热管理系统换热网络示意图。

[0018] 图3为基于图2的热交换网络构建的热管理系统超结构模型图。

具体实施方式

[0019] 为使本申请实施的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本申请实施例中的附图,对本申请实施例中的技术方案进行更加详细的描述。

[0020] 以图1所示的机载热管理系统换热网络为对象,对本申请的方法作进一步说明或描述。

[0021] 本方法的主要包括如下过程:

[0022] S1、首先,根据机载热沉与热源实际情况,完成热管理系统冷热流股数分析,确定机载网络中冷热流体的进出口参数及冷热流体的股数。

[0023] 例如图1中所示的典型机载热管理系统热网络中包含五股冷热流体,分别为燃油、滑油、液压油、引气和冷却液。其中,每股冷热流体的进出口参数根据设计要求确定。

[0024] S2、建立换热网络超结构模型,并进行初始化。

[0025] 确定换热网络冷热流,并给定节点的换热边界,根据热管理系统中包含的热网络流体进行超结构描述,建立超结构模型。其中,超结构模型中至少包含m股热流或n股冷流构成的散热级数为S的换热网络,S由 $\max(M,N)$ 决定。

[0026] 例如图1所示实施例中,热流体5股,冷流体1股,散热级数 $S=5$,图中仅展示了第1级。冷公用工程为冲压空气。

[0027] 形成的超结构模型如图3所示。

[0028] S3、构建以最优散热面积为优化目标的优化函数。

[0029] 建立的目标函数中包含散热器散热面积、冷公用工程使用等,其作为超结构模型的优化目标函数。

[0030] 需要说明的是,最优散热面积通常为最小换热面积等,由此可以将散热器尽量地进行小型化设计。

[0031] S4、对每个换热节点建立热平衡关系,对冷公用工程建立热平衡关系,按照初始化,以能量守恒定律、热力学第二定律、场协同温差均匀性因子等对冷端与热端的换热量计算,进行换热网络整形优化。

[0032] S5、利用粒子群算法、模拟退火、遗传算法等智能算法,初始化换热网络超结构模

型,利用换热网络的优化目标函数,进行换热网络最优解的求解和换热网络结构优化;

[0033] S6、最后通过迭代优化,得到以换热面积最小为约束的换热网络结构,换热网络结构中包含换热节点布置、换热节点数和每个节点的换热量等。

[0034] 本申请所提供的航空机载热换热网络优化方法从全机的角度对热量的交换过程进行整体优化,建立了基于系统工程思想的热管理系统中核心热网络的正向设计方法,填补了航空机载系统的热管理系统热网络整体优化设计方法缺失的空白,通过该方法能够指导航空机载系统热管理网络换热节点布置和换热量的优化设计,最大限度的利用机载现有热沉,同时优化换热节点的重量和换热功率裕度,为系统的轻质化设计提供重要的指导方法。

[0035] 以上所述,仅为本申请的具体实施方式,但本申请的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本申请揭露的技术范围内,可轻易想到的变化或替换,都应涵盖在本申请的保护范围之内。因此,本申请的保护范围应以所述权利要求的保护范围为准。

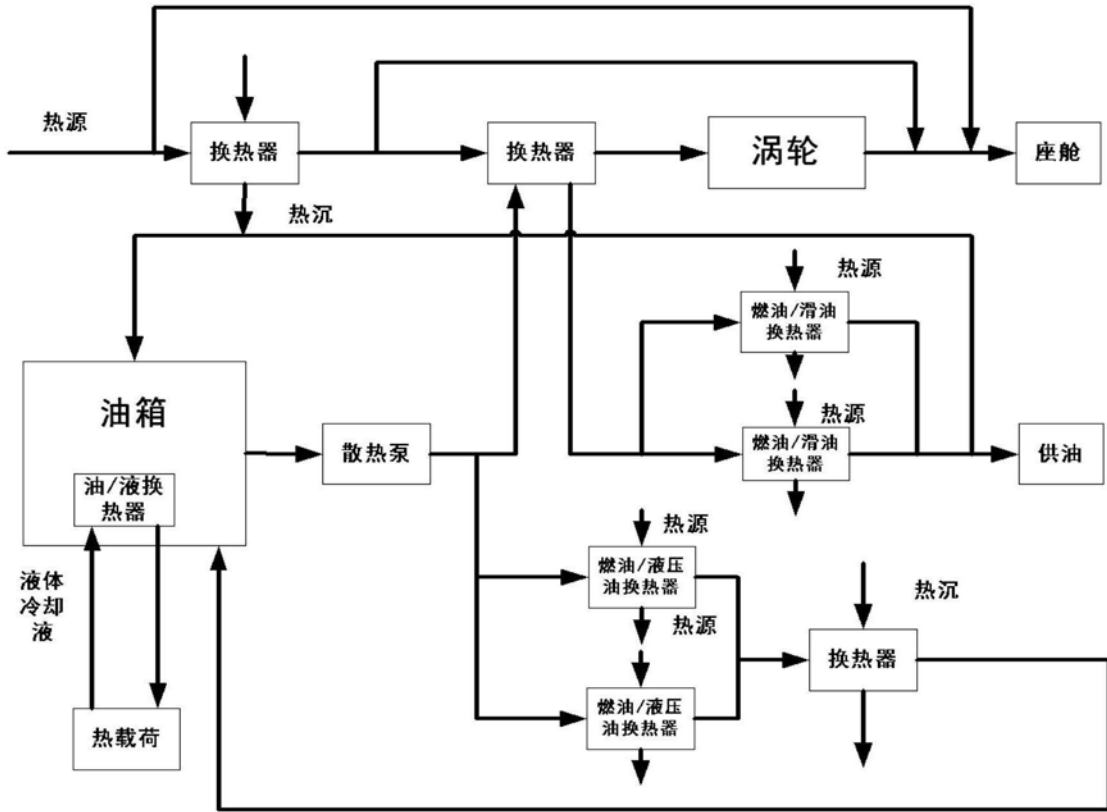


图1

- S1 — 确定机载换热网络中冷热流体的进出口参数及冷热流体的股数
- S2 — 根据所述冷热流体的进出口参数及冷热流体的股数建立换热网络超结构模型，从而建立每个换热节点的热平衡关系
- S3 — 构建最优参数下的优化目标函数，通过优化目标函数计算冷热流体的换热量，通过优化算法迭代计算所述优化目标函数得到全机换热网络结构

图2

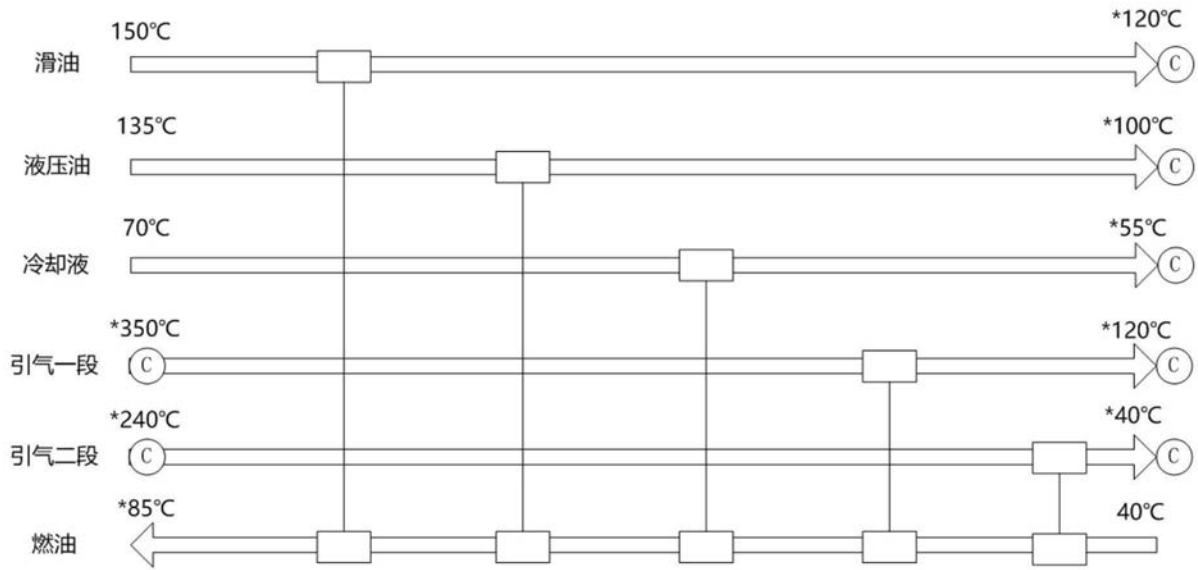


图3