



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103407582 A

(43) 申请公布日 2013. 11. 27

(21) 申请号 201310342684. 9

(22) 申请日 2013. 08. 08

(71) 申请人 北京空间机电研究所

地址 100076 北京市丰台区南大红门路 1 号
9201 信箱 5 分箱

(72) 发明人 王兵 于波

(74) 专利代理机构 中国航天科技专利中心

11009

代理人 褚鹏蛟

(51) Int. Cl.

B64G 1/50(2006. 01)

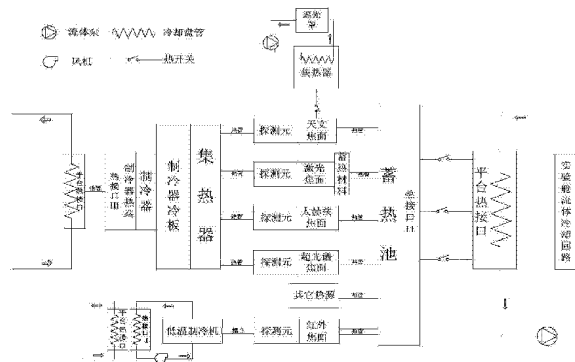
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54) 发明名称

一种空间大型载荷的热管理系统

(57) 摘要

本发明公开了一种空间大型载荷的热管理系统,包括蓄热池、集热器、制冷机、半导体制冷器、风机、热开关和热管;蓄热池将分散的周期工作设备的热量存储起来,根据控温的需要,设计合适的热开关决定排散热量的量,其余则用于维持系统自身温度水平;集热器用来收集分散探测元的工作热量,并由半导体制冷器带走,且控制探测元合适的温度;对于长期工作的大功耗设备,则大部分热量由集热器通过流体回路迁移至遮阳罩,以补偿该处的环境漏热;对于红外设备,其探测元需要用制冷机进行冷却,而制冷机产生的热量则由风机形成强迫对流环境,高效散掉该部分热量。本发明具有高效、灵活、降低热控功耗、减小系统热控重量等特点,能够用于大型空间载荷。



1. 一种空间大型载荷的热管理系统,所述空间大型载荷包括天文焦面、激光焦面、太赫兹焦面、超光谱焦面和红外焦面;其特征在于,所述热管理系统包括蓄热池、第一集热器、第二集热器、低温制冷机、半导体制冷器、风机、第一组热开关、第二组热开关和热管;天文焦面、激光焦面、太赫兹焦面、超光谱焦面、红外焦面分别通过热管与蓄热池相连;蓄热池通过第一组热开关与第一平台热接口相连;天文探测元、激光探测元、太赫兹探测元、超光谱探测元通过热管与第一集热器相连;第一集热器与所述半导体制冷器的冷端接触,所述半导体制冷器的热端通过第二平台热接口进行散热;天文焦面通过第二组热开关与第二集热器相连;第二集热器收集的热量通过流体回路迁移至遮阳罩;红外探测元通过低温制冷机进行冷却,低温制冷机、风机与第三平台热接口组成冷却回路。

2. 如权利要求 1 所述的热管理系统,其特征在于:所述蓄热池采用金属相变材料。

3. 如权利要求 1 所述的热管理系统,其特征在于:在激光焦面上设置由蓄热材料组成的蓄热器,该蓄热器通过热管与蓄热池相连。

一种空间大型载荷的热管理系统

技术领域

[0001] 本发明属于大型航天器热控技术领域,涉及一种应用于空间大型载荷在轨环境下的热管理系统。

背景技术

[0002] 传统空间相机(以下简称相机)热源种类较为单一,总热耗较小,通常采用主动与被动相结合的热设计原则。即合理的开设散热面将内部集中热源排散出去,同时在适当区域利用主动加热措施维持相机主体尤其是光学部分的温度水平。由于这种设计方式简洁可靠,又不占用平台过多资源,因此得到了广泛的应用。

[0003] 但随着技术的发展,卫星平台与载荷的界限划分日趋模糊,整体构成空间大型光学设施。平台趋向于微小化轻型化,而其能源有限,对相机热控功耗和重量要求愈加苛刻。另外相机朝着大口径、高分辨率方向发展,热流密度呈指数增长,热源形式种类和控温要求也发生了根本的变化。按照传统的热控方法,新型相机的热控功耗及重量将成倍增加。因此如何实现空间大型载荷的能源综合管理就颇有工程实际意义。

发明内容

[0004] 本发明所要解决的技术问题是:针对现有技术的不足,提供了一种空间大型载荷的热管理系统,对载荷自身的能源加以利用,进行统一收集和调配,能够有效降低热控功耗的需求,减小热控重量。

[0005] 本发明包括如下技术方案:

[0006] 一种空间大型载荷的热管理系统,所述空间大型载荷包括天文焦面、激光焦面、太赫兹焦面、超光谱焦面和红外焦面;所述热管理系统包括蓄热池、第一集热器、第二集热器、低温制冷机、半导体制冷器、风机、第一组热开关、第二组热开关和热管;天文焦面、激光焦面、太赫兹焦面、超光谱焦面、红外焦面分别通过热管与蓄热池相连;蓄热池通过第一组热开关与第一平台热接口相连;天文探测元、激光探测元、太赫兹探测元、超光谱探测元通过热管与第一集热器相连;第一集热器与所述半导体制冷器的冷端接触,所述半导体制冷器的热端通过第二平台热接口进行散热;天文焦面通过第二组热开关与第二集热器相连;第二集热器收集的热量通过流体回路迁移至遮阳罩;红外探测元通过低温制冷机进行冷却,低温制冷机、风机与第三平台热接口组成冷却回路。

[0007] 所述蓄热池采用金属相变材料。

[0008] 在激光焦面上设置由蓄热材料组成的蓄热器,该蓄热器通过热管与蓄热池相连。

[0009] 本发明与现有技术相比具有如下优点:

[0010] 本发明的蓄热池将分散的周期工作设备的热量存储起来,根据控温的需要,由热开关决定排散热量的量,其余则用于维持系统自身温度水平;集热器用来收集分散探测元的工作热量,并由半导体制冷器带走,且控制探测元合适的温度;对于长期工作的大功耗设备,则大部分热量由集热器通过流体回路迁移至遮阳罩,以补偿该处的环境漏热;对于红外

设备,其探测元需要用制冷机进行冷却,而制冷机产生的热量则由风机形成强迫对流环境,高效散掉该部分热量。本发明是通过综合利用空间设施各工作单元的工作热耗,统一规划调度热量的走向,减小热控代价,降低主动功耗 30% 以上,降低热控重量 20% 以上,达到降低空间设施能源总需求的目的;将各设备单元互联成一个整体,增加了系统热容,且蓄热池会在设备单元不工作时释放出相变潜热,有效抑制系统的温度波动。

附图说明

[0011] 图 1 为本发明空间大型载荷的热管理系统组成示意图。

具体实施方式

[0012] 下面就结合附图对本发明做进一步介绍。

[0013] 如图 1 所示,所述空间大型载荷包括天文焦面、激光焦面、太赫兹焦面、超光谱焦面和红外焦面;本发明的热管理系统包括蓄热池、第一集热器、第二集热器、低温制冷机、半导体制冷器、风机、第一组热开关、第二组热开关和热管;天文焦面、激光焦面、太赫兹焦面、超光谱焦面、红外焦面分别通过热管与蓄热池相连;蓄热池通过多个热开关与第一平台热接口相连;天文探测元、激光探测元、太赫兹探测元、超光谱探测元通过热管与第一集热器相连;第一集热器与所述半导体制冷器的冷端连接,所述半导体制冷器的热端通过第二平台热接口进行散热;天文焦面通过第二组热开关与第二集热器相连;第二集热器收集的热量通过由流体泵组成的流体回路迁移至遮阳罩,以补偿该处的环境漏热;红外探测元通过低温制冷机进行冷却,低温制冷机、风机与第三平台热接口组成冷却回路。其中,蓄热池和集热器用于实现热量存储;热管用于实现热量输运;热开关用于实现热量调节分配,所述热开关具有智能通断及热流量大小控制功能。热开关根据系统的温度反馈,形成闭环控制。因为激光焦面要求温度波动小于 $\pm 3^{\circ}\text{C}$,所以需在激光焦面上增加由蓄热材料组成的蓄热器,可有效抑制激光焦面工作时的热量波峰,减小焦面温度波动。该蓄热器通过热管与蓄热池相连。根据实际情况,每一组热开关可以包括多个热开关。

[0014] 大型空间载荷工作单元数量多,工作热耗大,工作环境各异(甚至包括人工环境),光机结构复杂,入光口径超过 1.3 米。需要对各工作单元根据能量品味(可用能)进行归类,便于统筹规划。如天文焦面是长期工作的大功耗设备,属于高品位稳定热源,可直接用于补偿入光口的漏热。在利用天文焦面热量补偿入光口时,链路上需增设热开关,一是精确决定需要使用热量的大小,同时利用热开关单向导通的原理,防止入光口遮阳罩冷量倒灌,拉低天文焦面的温度。超光谱、激光、太赫兹和红外等焦面(属于周期工作的设备)间歇工作,且产生的热量不是太大,则由蓄热池进行统一收集。蓄热池与第一平台热接口之间采用热开关连接,根据控温的需要设计合适的热开关决定蓄热池被带走的热量和加热各焦面单元的热量分配份额;即每组热开关与系统温度反馈形成闭环控制,根据控温目标的不同,设计热开关的允许通过的热量大小。根据工作模式不同,采取仿真和试验手段确定维持系统工作温度($18\pm 3^{\circ}\text{C}$)所需热量大小,多余的热量则由第一平台热接口带走。大型空间载荷具有多种工作模式,亦即每种模式下产生的热耗不同,但维持各焦面 $18\pm 3^{\circ}\text{C}$ 要求不变,则每次散掉的热量也不相同,那么,热开关组中热开关的通断情况也不相同。具体的通断组合,将由工作模式决定,通过仿真计算和地面热平衡试验确定。

[0015] 例如,在极端高温情况下,与蓄热池相连的各焦面同时工作时总热耗将近 700W,每次工作时间为 20 分钟,根据计算及热平衡试验,验证,要维持各焦面不工作时温度仍然保持在 $18\pm 3^{\circ}\text{C}$,则需要蓄热池回流 100W 热量用于维持各焦面温度,其余 600W 热量则由平台热接口带走,此时,第一组热开关中的所有热开关都导通;确保蓄热池由平台接口带走的热量为 600W。在极端低温情况下,只有一个焦面工作,总热耗为 100W;而要维持各焦面不工作时温度仍然保持在 $18\pm 3^{\circ}\text{C}$,则需要蓄热池回流 100W 热量用于维持各焦面温度,此时,需要将第一组热开关中的所有热开关都关闭,确保不通过第一平台热接口进行散热。

[0016] 在设计蓄热池时,为消除大热量间歇工作单元带来的对整体温度场的波动影响,要采用新型金属相变材料,以增强传热效率,实现快速均热。

[0017] 各焦面的探测元工作热耗较小,对工作温度水平有严格要求,则先由第一集热器进行统一收集,再用半导体制冷器为第一集热器提供冷量。由于半导体制冷器冷端制冷量及冷热端温差可通过选型进行设计,只要快速将半导体制冷器热端产生的热量带走即能实现对冷却对象的温度控制。根据控温目标要求,可将探测元控制在 $8\sim 15^{\circ}\text{C}$ 的温度,就能够满足成像条件。半导体制冷器热端的热量则由外部热接口带走。

[0018] 红外焦面探测元需要控制在极低的温度下才能有效降低热噪声,需要利用低温制冷机为该探测元提供单独的冷量,而制冷机工作热耗则由风机进行散热,最终由外部接口带走。

[0019] 蓄热器和蓄热池采用的蓄热材料例如可以是钾钠合金。

[0020] 本发明未详细说明部分属本领域技术人员公知常识。

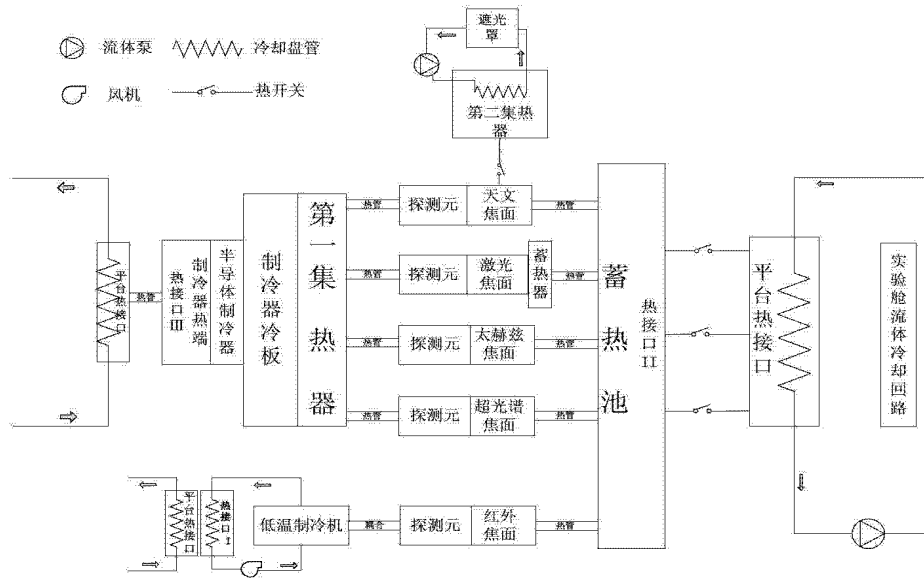


图 1