



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 115848675 B

(45) 授权公告日 2025. 06. 24

(21) 申请号 202211472824.X

B64D 33/08 (2006.01)

(22) 申请日 2022.11.17

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号

CN 107878762 A, 2018.04.06

申请公布号 CN 115848675 A

CN 113682480 A, 2021.11.23

(43) 申请公布日 2023.03.28

审查员 李龙

(73) 专利权人 中国直升机设计研究所

地址 333001 江西省景德镇市航空路6-8号

(72) 发明人 张付彬 李德洪 李建秋 刘文轩
窦石磊

(74) 专利代理机构 中国航空专利中心 11008

专利代理师 卫媛媛

(51) Int.Cl.

B64U 50/30 (2023.01)

B64U 50/19 (2023.01)

B64U 10/17 (2023.01)

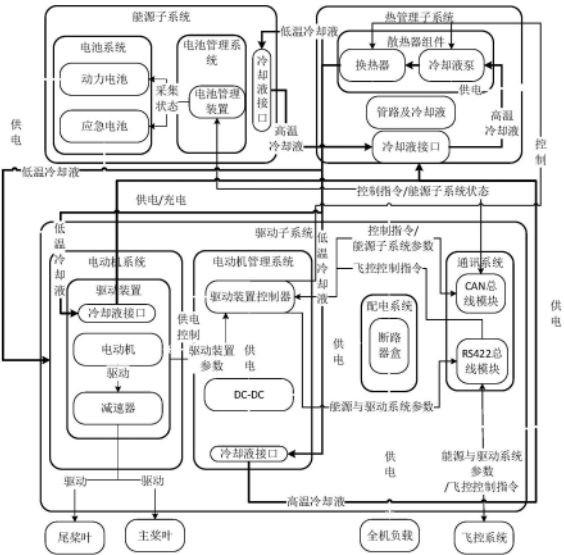
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

一种全电无人直升机电源与驱动系统

(57) 摘要

本申请提供一种全电无人直升机电源与驱动系统,包括能源子系统、驱动子系统和热管理子系统,其中:动力电池与驱动装置控制器连接,将700V的高压直流电供给至驱动装置控制器;驱动装置控制器与电动机和DC-DC连接,对电动机进行控制和提供380V三项交流电,驱动装置控制器与DC-DC连接,并向DC-DC提供700V高压直流电,DC-DC为配电系统的断路器盒、热管理系统的冷却液泵和换热器供电,断路器盒通过内部多个断路器为全机负载供电;断路器盒与应急电池连接,当DC-DC无法为断路器盒供电时,由应急电池为断路器盒供电,当DC-DC为断路器盒供电时,通过断路器盒为应急电池充电断路器盒。



1. 一种全电无人直升机能源与驱动系统,其特征在于,包括能源子系统、驱动子系统和热管理子系统,其中:

动力电池与驱动装置控制器连接,将700V的高压直流电供给至驱动装置控制器;驱动装置控制器与电动机和DC-DC连接,对电动机进行控制和提供380V三项交流电,驱动装置控制器与DC-DC连接,并向DC-DC提供700V高压直流电,DC-DC为配电系统的断路器盒、热管理系统的冷却液泵和换热器供电,断路器盒通过内部多个断路器为全机负载供电;断路器盒与应急电池连接,当DC-DC无法为断路器盒供电时,由应急电池为断路器盒供电,当DC-DC为断路器盒供电时,通过断路器盒为应急电池充电;能源子系统、电动机系统和电动机管理系统分别与热管理子系统的冷却接口连接,将高温的冷却液输送至热管理系统,冷却接口与换热器连接,将高温的冷却液通过冷却液泵输送至换热器;换热器与能源子系统的冷却液接口、电动机管理系统的冷却接口和驱动装置的冷却接口连接,将冷却后的冷却液输送至能源子系统、驱动装置和电动机管理系统;电动机与减速器连接通过驱动减速器将电动机的24000rpm转换成5150rpm,并通过减速器驱动主桨叶和尾桨叶。

2. 根据权利要求1所述的全电无人直升机能源与驱动系统,其特征在于,能源子系统用于实现向全机提供电能的功能;动力电池作为一次电源用于向全机提供高压直流电;应急电池做为二次电源为全机提供应急供电,正常情况下,应急电池由动力电池通过DC-DC充电,不能反向给动力电池充电;电池管理系统对动力电池和应急电池进行健康诊断,将动力电池系统和应急电池系统的系统状态通过总线发送至驱动装置控制器,由驱动装置控制器将电池管理系统的管理数据发送至飞控计算机,由飞控计算机发送至地面站。

3. 根据权利要求1所述的全电无人直升机能源与驱动系统,其特征在于,驱动子系统用于将电能转换成动能,并向全机提供机械能,同时具有与飞控计算机总线通讯的能力;驱动装置向全机提供机械能,驱动无人机的桨和尾桨;驱动装置控制器包含3项功能:1) 控制驱动装置使之维持恒转速;2) 将动力电池的高压电变压至28V,并为全机用电设备配电;3) 对驱动装置进行健康监控和诊断,同时接受来自电池管理系统的管理数据,并将两部分数据统一发送至飞控计算机。

4. 根据权利要求1所述的全电无人直升机能源与驱动系统,其特征在于,能源与驱动系统工作原理:正常情况下,动力电池的充电器为机上能源子系统充电,由飞控计算机发送供电指令,能源系统接通动力电池组的接触器,动力电池组为驱动装置控制器供电,驱动装置控制器将高压电传输给DC-DC,DC-DC将高压电转换成额定28V,当DC-DC输出电压满足22V~31V时,才可以并网,然后为机上用电设备供电,同时也为应急电池充电,此时飞机上各个系统进行飞行前准备;需要起飞时,需要将动力电池充电器拔下,此时由动力电池为无人机供电,如果当动力电池故障时无法供电,由应急电池为全机用电设备供电,无人机除无动力外其他系统仍可以工作。

5. 根据权利要求1所述的全电无人直升机能源与驱动系统,其特征在于,当DC-DC的输出电压小于22V或大于31V时,驱动装置上报系统故障,并断开DC-DC供电;当动力电池出现故障,无法为全机正常供电时,全机进入应急供电状态,此时由24V的应急电池为全机供电。

6. 根据权利要求1所述的全电无人直升机能源与驱动系统,其特征在于,能源子系统包含电池系统、电池管理系统和冷却液接口;热管理子系统包含散热器组件、管路及冷却液和冷却接口;驱动子系统包含电动机系统、电动机管理系统、冷却液接口、配电系统和通讯系

统,电动机系统主要由驱动装置组成,驱动装置又由一个160kw的电动机和减速器组成,电动机管理系统由驱动装置控制器和DC-DC组成,配电系统主要由断路器盒及其附属线缆组成,断路器盒采用的是热磁式断路器,通讯系统主要由1路CAN总线模块和2路RS422通讯模块组成。

7.根据权利要求1所述的全电无人直升机能源与驱动系统,其特征在于,驱动子系统的驱动装置控制器采集驱动装置的转速、电压、电流、温度和震动信息,同时将收到的能源子系统系统状态一起通过RS422总线模块发送至飞控系统。

8.根据权利要求1所述的全电无人直升机能源与驱动系统,其特征在于,无人机的飞控系统通过RS422总线将无人机的控制指令发送至驱动装置控制器用以控制能源与驱动系统,然后驱动装置控制器通过CAN总线模块将控制指令中关于能源子系统控制指令发送至电池管理装置。

一种全电无人直升机能源与驱动系统

技术领域

[0001] 本申请涉及电学领域,具体涉及一种全电无人直升机能源与驱动系统。

背景技术

[0002] 传统燃油直升机为了实现飞行,一般都是由动力、燃油、电气、传动、旋翼、飞控等多系统组成,通过燃油的燃烧将化学能转化成机械能,再由机械能转化为电能和液压能等其他形式的能量。因此燃油是一切能力的源泉,动力系统将燃油转化成机械能,电气系统又将机械能转化成电能,各种各样的能量转化带来的直升机设计越来越复杂,对直升机的可靠性提出考验。同时随着直升机的发展,直升机上出现了越来越多的用电设备,电能源的使用越来越多,同时考虑到化石能源不具备可再生性,全电无人直升机是未来直升机发展的方向之一。

发明内容

[0003] 本申请提供的一种全电无人直升机能源与驱动系统,降低了直升机的复杂度,提升了直升机的综合程度。

[0004] 技术方案:一种全电无人直升机能源与驱动系统,包括能源子系统、驱动子系统和热管理子系统,其中:

[0005] 动力电池与驱动装置控制器连接,将700V的高压直流电供给至驱动装置控制器;驱动装置控制器与电动机和DC-DC连接,对电动机进行控制和提供380V三项交流电,驱动装置控制器与DC-DC连接,并向DC-DC提供700V高压直流电,DC-DC为配电系统的断路器盒、热管理系统的冷却液泵和换热器供电,断路器盒通过内部多个断路器为全机负载供电;断路器盒与应急电池连接,当DC-DC无法为断路器盒供电时,由应急电池为断路器盒供电,当DC-DC为断路器盒供电时,通过断路器盒为应急电池充电;能源子系统、电动机系统和电动机管理系统分别与热管理子系统的冷却接口连接,将高温的冷却液输送至热管理系统,冷却接口与换热器连接,将高温的冷却液通过冷却液泵输送至换热器;换热器与能源子系统的冷却液接口、电动机管理系统的冷却接口和驱动装置的冷却接口连接,将冷却后的冷却液输送至能源子系统、驱动装置和电动机管理系统;电动机与减速器连接通过驱动减速器将电动机的24000rpm转换成5150rpm,并通过减速器驱动主桨叶和尾桨叶。

[0006] 具体的,能源子系统用于实现向全机提供电能的功能;动力电池作为一次电源用于向全机提供高压直流电;应急电池做为二次电源为全机提供应急供电,正常情况下,应急电池由动力电池通过DC-DC充电,不能反向给动力电池充电;电池管理系统(BMS)对动力电池和应急电池进行健康诊断,将动力电池系统和应急电池系统的系统状态通过总线发送至驱动装置控制器,由驱动装置控制器将BMS的数据发送至飞控计算机,由飞控计算机发送至地面站。

[0007] 具体的,驱动子系统用于将电能转换成动能,并向全机提供机械能,同时具有与飞控计算机总线通讯的能力;驱动装置向全机提供机械能,驱动无人机的主桨和尾桨;驱动装

置控制器包含3项功能:1)控制驱动装置使之维持恒转速;2)将动力电池的高压电变压至28V,并为全机用电设备配电;3)对驱动装置进行健康监控和诊断,同时接受来自电池管理系统的数据,并将两部分数据统一发送至飞控计算机。

[0008] 具体的,能源与驱动系统工作原理:正常情况下,动力电池的充电器为机上能源子系统充电,由飞控计算机发送供电指令,能源系统接通动力电池组的接触器,动力电池组为驱动装置控制器供电,驱动装置控制器将高压传输给DC-DC,DC-DC将高压电转换成额定28V,当DC-DC输出电压满足22V~31V时,才可以并网,然后为机上用电设备供电,同时也为应急电池充电,此时飞机上各个系统进行飞行前准备;需要起飞时,需要将动力电池充电器拔下,此时由动力电池为无人机供电,如果当动力电池故障时无法供电,由应急电池为全机用电设备供电,无人机除无动力外其他系统仍可以工作。

[0009] 具体的,当DC-DC的输出电压小于22V或大于31V时,驱动装置上报系统故障,并断开DC-DC供电;当动力电池出现故障,无法为全机正常供电时,全机进入应急供电状态,此时由24V的应急电池为全机供电。

[0010] 具体的,能源子系统包含电池系统、电池管理系统和冷却液接口;热管理子系统包含散热器组件、管路及冷却液和冷却接口;驱动子系统包含电动机系统、电动机管理系统、冷却液接口、配电系统和通讯系统,电动机系统主要由驱动装置组成,驱动装置又由一个160kw的电动机和减速器组成,电动机管理系统由驱动装置控制器和DC-DC组成,配电系统主要由断路器盒及其附属线缆组成,断路器盒采用的是热磁式断路器,通讯系统主要由1路CAN总线模块和2路RS422通讯模块组成。

[0011] 具体的,驱动子系统的驱动装置控制器采集驱动装置的转速、电压、电流、温度和震动等信息,同时将收到的能源子系统系统状态一起通过RS422总线模块发送至飞控系统。

[0012] 具体的,无人机的飞控系统通过RS422总线将无人机的控制指令发送至驱动装置控制器用以控制能源与驱动系统,然后驱动装置控制器通过CAN总线模块将控制指令中关于能源子系统控制指令发送至电池管理装置。

[0013] 综上所述,本申请提供的一种全电无人直升机能源与驱动系统,使用动力锂电池为直升机提供电能,由电动机为直升机提供机械能。动力锂电池配备一套能量管理系统(BMS),电动机配备一套电动机管理系统(MMS),动力锂电池和BMS系统为全电无人直升机提供稳定,可靠的,安全的电能;电动机和MMS系统为全电无人直升机提供稳定,可靠,安全的动力。相对于传统燃油无人直升机,本专利将传统燃油直升机的动力系统,燃油系统,电气系统和传动系统创造性的综合成一个能源与驱动系统,降低了直升机的复杂度,提升了直升机的综合程度。

附图说明

[0014] 图1为本申请提供的一种全电无人直升机能源与驱动系统的示意图。

具体实施方式

[0015] 本专利从无人直升机的使用需求分析出发,整理出全电无人直升机的能源与驱动系统的4个使用场景,分别是地面调试,起飞,着陆和飞行。对4个场景进行分析后,对能源与驱动系统进行设计。

[0016] 下面结合附图作进一步详细说明。

[0017] 如图1所示,本申请提供一种全电无人直升机能源与驱动系统,包括能源子系统、驱动子系统和热管理子系统,其中:

[0018] 动力电池与驱动装置控制器连接,将700V的高压直流电供给至驱动装置控制器;驱动装置控制器与电动机和DC-DC连接,对电动机进行控制和提供380V三项交流电,驱动装置控制器与DC-DC连接,并向DC-DC提供700V高压直流电,DC-DC为配电系统的断路器盒、热管理系统的冷却液泵和换热器供电,断路器盒通过内部多个断路器为全机负载供电;断路器盒与应急电池连接,当DC-DC无法为断路器盒供电时,由应急电池为断路器盒供电,当DC-DC为断路器盒供电时,通过断路器盒为应急电池充电;断路器盒;能源子系统、电动机系统和电动机管理系统分别与热管理子系统的冷却接口连接,将高温的冷却液输送至热管理系统,冷却接口与换热器连接,将高温的冷却液通过冷却液泵输送至换热器;换热器与能源子系统的冷却液接口、电动机管理系统的冷却接口和驱动装置的冷却接口连接,将冷却后的冷却液输送至能源子系统、驱动装置和电动机管理系统;电动机与减速器连接通过驱动减速器将电动机的24000rpm转换成5150rpm,并通过减速器驱动主桨叶和尾桨叶。

[0019] 具体的,能源子系统用于实现向全机提供电能的功能。动力电池作为一次电源用于向全机提供高压直流电;应急电池做为二次电源为全机提供应急供电,正常情况下,应急电池由动力电池通过DC-DC充电,不能反向给动力电池充电;电池管理系统(BMS)对动力电池和应急电池进行健康诊断,将动力电池系统和应急电池系统的系统状态通过总线发送至驱动装置控制器,由驱动装置控制器将BMS的数据发送至飞控计算机,由飞控计算机发送至地面站。

[0020] 具体的,驱动子系统用于将电能转换成动能,并向全机提供机械能,同时具有与飞控计算机总线通讯的能力。驱动装置向全机提供机械能,驱动无人机的主桨和尾桨;驱动装置控制器包含3项功能:1)控制驱动装置使之维持恒转速;2)将动力电池的高压电变压至28V,并为全机用电设备配电;3)对驱动装置进行健康监控和诊断,同时接受来自电池管理系统的数据,并将两部分数据统一发送至飞控计算机。

[0021] 具体的,能源与驱动系统工作原理:正常情况下,动力电池的充电器为机上能源子系统充电,由飞控计算机发送供电指令,能源系统接通动力电池组的接触器,动力电池组为驱动装置控制器供电,驱动装置控制器将高压传输给DC-DC,DC-DC将高压电转换成额定28V,当DC-DC输出电压满足22V~31V时,才可以并网,然后为机上用电设备供电,同时也为应急电池充电,此时飞机上各个系统进行飞行前准备。需要起飞时,需要将动力电池充电器拔下,此时由动力电池为无人机供电,如果当动力电池故障时无法供电,由应急电池为全机用电设备供电,无人机除无动力外其他系统仍可以工作。

[0022] 具体的,当DC-DC的输出电压小于22V或大于31V时,驱动装置上报系统故障,并断开DC-DC供电。当动力电池出现故障,无法为全机正常供电时,全机进入应急供电状态,此时由24V的应急电池为全机供电。

[0023] 具体的,能源子系统包含电池系统、电池管理系统和冷却液接口;热管理子系统包含散热器组件、管路及冷却液和冷却接口;驱动子系统包含电动机系统、电动机管理系统、冷却液接口、配电系统和通讯系统,电动机系统主要由驱动装置组成,驱动装置又由一个160kw的电动机和减速器组成,电动机管理系统由驱动装置控制器和DC-DC(700转换28V)组

成,配电系统主要由断路器盒及其附属线缆组成,断路器盒采用的是热磁式断路器,通讯系统主要由1路CAN总线模块和2路RS422通讯模块组成。

[0024] 其中:能源子系统的电池系统包含一个700V/40kw·h动力电池和一个24V/0.25kw·h的应急电池,电池管理系统主要由电池管理装置及其附属线缆组成,电池管理装置采集动力电池和应急电池的电压、电流、温度、单体电池的电压、单体电池的温度等参数以及将能源系统的系统状态通过CAN总线发送至驱动子系统的通讯系统,然后通过通讯系统将系统状态发送至驱动装置控制控制器。动力电池将700V高压直流电输出至驱动装置控制器,由驱动装置控制器将700V高压输送至DC-DC,再由DC-DC将700V高压直流转换成28V,然后由DC-DC将28V供给至断路器盒,再由断路器盒将28V分配至各个全机负载。同时驱动装置将700V高压电转换成380V三相交流电,然后将交流电输送至电动机,驱动装置控制器通过调节三相交流电的频率使电动机维持在恒定的24000rpm,然后减速器将电动机的转速转换成5150rpm,最后同时驱动主桨叶和尾桨。驱动装置根据驱动装置参数(温度参数)、能源系统的温度参数和自身的温度来控制热管理子系统的供电。应急电池通过断路器盒进行充放电(当动力电池无法未全机供电时,由应急电池为全机负载供电,当由动力电池供电时,由断路器盒为应急电池充电)。

[0025] 具体的,驱动子系统的驱动装置控制器采集驱动装置的转速、电压、电流、温度和震动等信息,同时将收到的能源子系统系统状态一起通过RS422总线模块发送至飞控系统。

[0026] 具体的,无人机的飞控系统通过RS422总线将无人机的控制指令发送至驱动装置控制器用以控制能源与驱动系统,然后驱动装置控制器通过CAN总线模块将控制指令中关于能源子系统控制指令发送至电池管理装置。

[0027] 能源与驱动系统采用统一散热的设计思路,将能源子系统和驱动子系统共计30kw的热量通过散热系统散热。散热系统的换热器配备一个3kW的风扇进行散热,冷却泵功率为1kw。热管理子系统采用液冷散热,换热器将通过散热器高温冷却液转换成低温冷却液,然后低温冷却液分别给能源系统和驱动系统冷却。

[0028] 可见,本申请提供的一种全电无人直升机能源与驱动系统,关键技术主要有以下几点:

[0029] a) 经过地面联试试验,驱动系统在55kg的重量下可以满足某型全电无人直升机机的最大160kw、2min的驱动功率要求,能源系统能够满足在198kg的重量下以135kw持续放电20min;

[0030] b) 能源与驱动系统与机上飞控系统通过2路CAN总线进行全系统数据通讯,驱动控制子系统为能源与驱动系统的通讯中枢,与飞控进行通讯,飞控系统并通过5路离散量对能源与驱动系统进行应急控制;

[0031] c) 能源与驱动系统采用综合热管理,对电池子系统和驱动子系统进行综合热管理;

[0032] d) 取消了燃油系统设计,取而代之的是增加能源系统,由能源系统为全机提供能源;

[0033] e) 取消了无人机的传动设计,由电动机直接驱动主桨叶,驱动控制子系统控制电机恒转速,无人直升机通过变桨距实现升力的变化,尾桨叶也是电动机子系统直接驱动,并且通过变距实现推力的变化;

[0034] f) 在驱动控制子系统中增加智能配电子系统,能够通过飞控系统通过驱动子系统对全机的用电设备进行管理。

[0035] 综上所述,本申请提供的一种全电无人直升机能源与驱动系统,相比目前的同等起重要求的传统燃油无人直升机,本专利描述的系统有以下优势:

[0036] 取消了燃油系统设计,缩短了无人机的设计周期,减少设计困难;

[0037] 取消了无人机的传动设计,由电动机直接驱动主桨叶,无人直升机减少了重量。

[0038] 文中对专利的原理及实施方式进行了阐述,应当指出,在不脱离本发明原理的前提下,可对其进行若干改进和修饰,但这些改进和修饰也落入本专利权利要求的保护范围内。

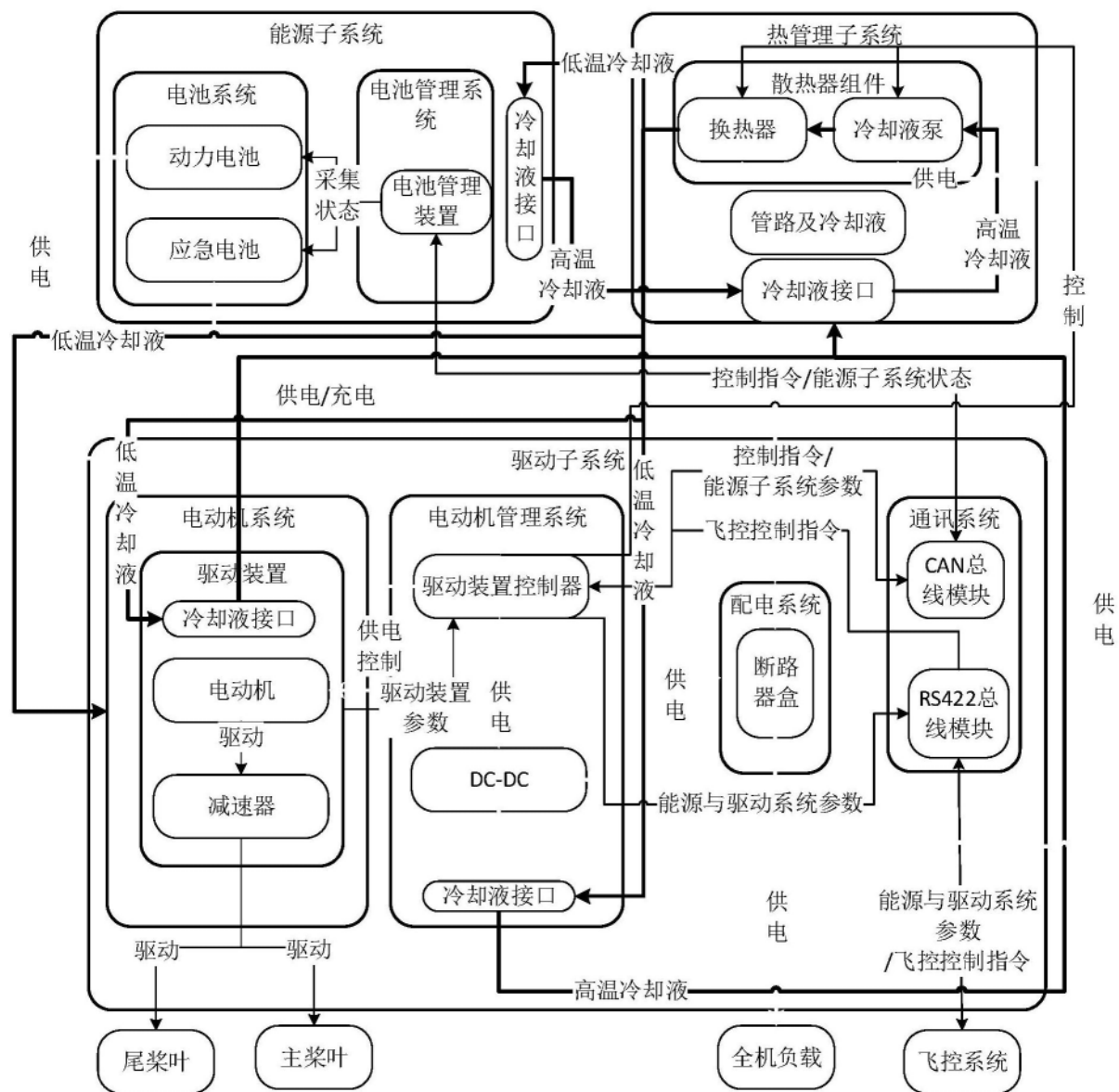


图1