



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113794502 B

(45) 授权公告日 2023.05.05

(21) 申请号 202111028662.6

(56) 对比文件

(22) 申请日 2021.09.02

CN 111950870 A, 2020.11.17

EP 1091506 A2, 2001.04.11

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 113794502 A

审查员 方晴

(43) 申请公布日 2021.12.14

(73) 专利权人 上海卫星工程研究所

地址 200240 上海市闵行区元江路3666号

(72) 发明人 王民建 朱新波 王献忠 何春黎

褚英志 李金岳

(74) 专利代理机构 上海段和段律师事务所

31334

专利代理师 李佳俊 郭国中

(51) Int. Cl.

H04B 7/185 (2006.01)

H04B 1/59 (2006.01)

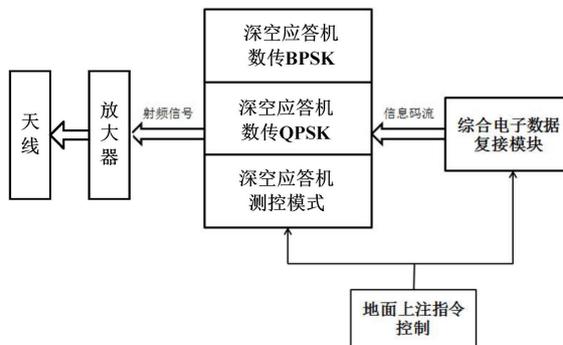
权利要求书1页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

火星环绕器测控数传一体化的系统及方法

(57) 摘要

本发明提供了一种火星环绕器测控数传一体化的系统及方法,包括复接模块、应答机、放大器和天线分系统;所述复接模块输出信息码流,且将信息码流传递给应答机;所述应答机匹配处理信息码流调制后得到射频信号,且将射频信号传送给放大器;所述放大器对信号进行功率放大,所述天线分系统根据射频信号完成射频收发。本发明通过将器上测控通道和数传通道硬件复用,软件功能由深空应答机实现,不同的业务切换实现不同数据类型的下传,减轻了探测器的重量,节省了器上资源,提高了器地数据传输的效率。



1. 一种火星环绕器测控数传一体化的系统,其特征在于,包括复接模块、应答机、放大器和天线分系统;

所述复接模块输出信息码流,且将信息码流传递给应答机;

所述应答机匹配处理信息码流调制后得到射频信号,且将射频信号传送给放大器;

所述复接模块根据测控或者数传工作模式选择将不同的信息码流通过数据接口传递给应答机;

所述应答机的通信模式和复接模块由地面测控系统根据任务类型上注指令进行设置;

所述复接模块包括数据存储模块,所述应答机包括数据处理模块,所述复接模块根据地面上注指令从数据存储模块中输出对应的信息码流至数据处理模块;

所述数据处理模块根据设置的通信模式对信息码流采用对应的调制方式进行处理,得到基带信号,并将基带信号调至射频信号送入放大器;

所述放大器对射频信号进行放大,将功率放大后的射频信号传输给天线分系统;

所述天线分系统将放大器传输过来的射频信号通过天线传输到地面。

2. 根据权利要求1所述的火星环绕器测控数传一体化的系统,其特征在于,所述射频信号包括测控信号或数传信号;所述放大器完成测控信号或者数传信号的功率放大,功率放大后的测控信号或数传信号传输到天线分系统。

3. 根据权利要求1所述的火星环绕器测控数传一体化的系统,其特征在于,所述数据存储模块包括闪存和固存,闪存中储存遥测信息,固存中储存载荷数据;

所述复接模块输出的信息码流包含遥测信息流和混合流;所述遥测信息流包括遥测信息;所述混合流包括按比例分配的遥测信息与载荷数据。

4. 根据权利要求1所述的火星环绕器测控数传一体化的系统,其特征在于,所述通信模式包括测控模式和数传模式。

5. 根据权利要求4所述的火星环绕器测控数传一体化的系统,其特征在于,所述测控模式时调制方式包括PM调制;所述数传模式时调制方式包括QPSK调制码速率和BPSK调制码速率。

6. 根据权利要求2所述的火星环绕器测控数传一体化的系统,其特征在于,所述放大器包括大功率行波管放大器。

7. 根据权利要求1所述的火星环绕器测控数传一体化的系统,其特征在于,所述天线分系统配置为低增益天线、中增益天线和高增益定向天线。

8. 一种火星环绕器测控数传一体化的方法,其特征在于,应用权利要求1-7任一所述的火星环绕器测控数传一体化的系统,包括如下步骤:

步骤1:输出信息码流;

步骤2:匹配处理信息码流得到射频信号;

步骤3:对射频信号进行功率放大;

步骤4:根据功率放大的射频信号完成射频收发。

火星环绕器测控数传一体化的系统及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及深空探测通信的技术领域,具体地,涉及一种火星环绕器探测器测控数传一体化的方法及系统。尤其是,优选的涉及一种火星环绕器测控数传一体化实现方法。

背景技术

[0002] 常规卫星一般将遥控遥测和业务数据传输分别由测控分系统和数传分系统实现,两个分系统既相互独立又彼此相关。其中测控分系统一般由应答机、放大器、天线等设备组成,数传分系统一般由终端机、调制器、放大器和天线等设备组成。

[0003] 火星环绕器多次调姿、变轨机动以及长时间的在轨飞行,需要携带大量的燃料,在运载火箭能力受限的情况下,除了保证满足任务成功的条件,尽可能减少星上单机和电缆的重量。

[0004] 相关技术:公开号为CN108009718A的中国发明专利文献公开了一种测控数传资源一体化调度方法,其包括以下步骤:1)从各地面站资源使用用户接收测控资源使用申请和接收资源使用申请;其中,所述测控资源使用申请和所述接收资源使用申请均包括涉及服务事件的开始时间、所述服务事件的持续时间、地面站组的弹性选项;2)基于所述接收资源使用申请及与资源和执行时间密切相关的数据接收约束条件来编排数据接收计划;3)基于所述测控资源使用申请、所述数据接收计划的结果、以及与资源和执行时间相关的测控约束条件来编排测控计划;4)生成测控接收一体化的工作计划,并发送给各所述资源使用用户。该专利文献提出了一种测控数传资源一体化调度方法,侧重于地面使用方面的一体化调度,不涉及星上设计。

[0005] 公开号为CN103117792A的中国专利文献公开了一种双频段信道复用小型测控数传系统,包括:多付接收天线、第一发射天线、多付第二发射天线、应答通信模块、第一功率放大器、第二选择开关、发射模块;多付接收天线接收多路无线电信号;第一发射天线及多付第二发射天线分别以第二频段的频率及第一频段的频率将多路无线电信号辐射至空间;应答通信模块将多路无线电信号进行选择及经调制后输出多路遥控信号,同时接收第一遥测/数传信号,并将其经相干及调制后输出第二输出信号;第一功率放大器工作在第一频段将第二输出信号进行功率放大;第二选择开关接收功率放大后的第二输出信号,并将其输出给多付第二发射天线;发射模块接收第二数传信号,并将其进行放大后发射给第一发射天线。该专利文献设计了一种双频段信道复用小型测控数传系统,采用了双频段的测控数传系统,在测控数传上不是完全一体化的设计,不涉及测控数传硬件通道的一体化。

[0006] 公开号为CN103067326A的专利文献公开了一种遥测与数传一体化发射机,整个发射机包括载波产生(锁相倍频方式)、调相电路(模拟调相)、放大器、数传调制器(BPSK调制)、滤波器和隔离器等。参考频率进入锁相环,通过锁相倍频的方式得到发射载波,再经过调相电路后将所有遥测数据进行调相,得到遥测发射机下行信号,经过幅度放大后进入数传调制器。数传调制器和遥测调制器采用串行设计的方式,当有遥测数据时则无数传数据输入,此时发射机为遥测发射机;当进行数传调制时调相电路输入端无数据,此时发射机为

数传发射机。由此实现遥测与数传一体化设计。该专利文献设计了一种遥测与数传一体化发射机,只进行了遥测发射机和数传发射机的设计,不涉及整个测控数传一体化系统的设计。

[0007] 公开号为CN112612295A的中国发明专利文献公开了一种遥感卫星地面站测控和数传资源自动分配方法,涉及航天遥感成像技术领域,以卫星的成像任务为单位,先确定每个成像任务的收益值,再根据收益值从大到小的顺序,依次为成像任务分配测控和数传资源。可以保证收益值大的任务优先使用地面站资源,消解收益值小的冲突任务,实现总收益值最大化。同时可以快速反复执行,在减少人工成本和提高效率的同时,还可以比较不同成像任务集合得到的总最大收益值,为业务人员消解成像任务冲突提供参考信息。

[0008] 针对上述中的相关技术,发明人认为上述方法中遥测数据和业务数据传输分别由测控分系统和数传分系统实现,深空探测的通信资源较为浪费,且整星质量较大。

发明内容

[0009] 针对现有技术中的缺陷,本发明的目的是提供一种火星环绕器测控数传一体化的系统及方法。

[0010] 根据本发明提供的一种火星环绕器测控数传一体化的系统,包括复接模块、应答机、放大器和天线分系统;

[0011] 所述复接模块输出信息码流,且将信息码流传递给应答机;

[0012] 所述应答机匹配处理信息码流调制后得到射频信号,且将射频信号传送给放大器;

[0013] 所述放大器对射频信号进行功率放大,并将功率放大的射频信号传输给天线分系统;

[0014] 所述天线分系统根据功率放大的射频信号完成射频收发。

[0015] 优选的,所述射频信号包括测控信号或数传信号;所述放大器完成测控信号或者数传信号的功率放大,功率放大后的测控信号或数传信号传输到天线分系统。

[0016] 优选的,所述复接模块根据测控或者数传工作模式选择将不同的信息码流通过数据接口传递给应答机。

[0017] 优选的,所述应答机的通信模式和复接模块由地面测控系统根据任务类型上注指令进行设置;

[0018] 所述复接模块包括数据存储模块,所述应答机包括数据处理模块,所述复接模块根据地面上注指令从数据存储模块中输出对应的信息码流至数据处理模块;

[0019] 所述数据处理模块根据设置的通信模式对信息码流采用对应的调制方式进行处理,得到基带信号,并将基带信号调至射频信号送入放大器;

[0020] 所述放大器对射频信号进行放大,将放大后的射频信号传输给天线分系统;

[0021] 所述天线分系统将放大器传输过来的射频信号通过天线传输到地面。

[0022] 优选的,所述数据存储模块包括闪存和固存,闪存中储存遥测信息,固存中储存载荷数据;

[0023] 所述复接模块输出的信息码流包含遥测信息流和混合流;所述遥测信息流包括遥测信息;所述混合流包括按比例分配的遥测信息与载荷数据。

- [0024] 优选的,所述通信模式包括测控模式和数传模式。
- [0025] 优选的,所述测控模式时调制方式包括PM调制;所述数传模式时调制方式包括QPSK调制码速率和BPSK调制码速率。
- [0026] 优选的,所述放大器包括大功率行波管放大器。
- [0027] 优选的,所述天线分系统配置设为低增益天线、中增益天线和高增益定向天线。
- [0028] 根据本发明提供一种火星环绕器测控数传一体化的方法,包括如下步骤:
- [0029] 步骤1:输出信息码流;
- [0030] 步骤2:匹配处理信息码流得到射频信号;
- [0031] 步骤3:对射频信号进行功率放大;
- [0032] 步骤4:根据功率放大的射频信号完成射频收发。
- [0033] 与现有技术相比,本发明具有如下的有益效果:
- [0034] 1、本发明通过将器上测控通道和数传通道硬件复用,软件功能由深空应答机实现,不同的业务切换实现不同数据类型的下传,减轻了探测器的重量,节省了器上资源,提高了器地数据传输的效率;
- [0035] 2、本发明将测控分系统和数传分系统进行整合,共用一个下行射频通道,实现一体化设计,节省了深空探测的通信资源;
- [0036] 3、本发明对火星环绕器测控数传进行一体化设计,数据处理部分在深空应答机中实现,根据不同的工况进行工作模式切换,共用同一个射频放大通道,完成遥测和科学数据下传;
- [0037] 4、本发明减轻了整星质量,两个分系统整合为一个分系统,减少了单机的数量,同时共用一个射频通道,降低了成本;
- [0038] 5、本发明简化了星内的结构布局,节省了内部空间;深空应答机同时实现测控和数传功能,在结构设计时可以避免复杂的走线和铺陈;
- [0039] 6、本发明集中式管理,对分系统研制、设计、电测都带来了方便。

附图说明

- [0040] 通过阅读参照以下附图对非限制性实施例所作的详细描述,本发明的其它特征、目的和优点将会变得更明显:
- [0041] 图1为本发明测控数传一体化流程图;
- [0042] 图2为本发明测控数传一体化数据处理示意图;
- [0043] 图3为本发明测控数传一体化切换指令图;
- [0044] 图4为本发明测控数传分系统示意图。

具体实施方式

[0045] 下面结合具体实施例对本发明进行详细说明。以下实施例将有助于本领域的技术人员进一步理解本发明,但不以任何形式限制本发明。应当指出的是,对本领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干变化和改进。这些都属于本发明的保护范围。

[0046] 本发明实施例公开了一种火星环绕器测控数传一体化的系统,如图1所示,包括复

接模块、应答机、放大器和天线分系统。复接模块包括综合电子数据复接模块；应答机包括深空应答机；天线分系统包括发射天线分系统。放大器模块包括大功率行波管放大器。应答机包括通信模式，应答机的通信模式和复接模块由地面测控系统根据任务类型上注指令进行设置。通信模式包括测控模式和数传模式。测控模式时调制方式包括PM调制；数传模式时调制方式包括QPSK调制码速率和BPSK调制码速率。应答机根据地面上注指令设置响应模式，应答机根据响应模式匹配处理信息码流。

[0047] 深空应答机通信模式一共分为两种，一种为测控模式，一种为数传模式。测控采用PM调制，数传采用QPSK和BPSK调制方式。调制模式分为三种，测控模式时调制方式为PM调制，设置三档码速率，分别是16384bps、1024bps、32bps。数传模式时，QPSK调制码速率分别为1024kbps、2048kbps和4096kbps。BPSK调制码速率分别为16kbps、32kbps、64kbps、128kbps、256kbps和512kbps。PM英文全称phase modulation，中文译文调相。QPSK英文全称Quadrature Phase Shift Keying，中文译文为正交相移键控。BPSK英文全称Binary Phase Shift Keying中文译文为二进制相移键控。

[0048] 复接模块输出信息码流，且将信息码流传递给应答机。复接模块根据测控或者数传工作模式选择将不同的信息码流通过数据接口传递给应答机。复接模块包括数据存储模块，所述应答机包括数据处理模块，所述复接模块根据地面上注指令从数据存储模块中输出对应的信息码流至数据处理模块。数据存储模块包括闪存(Flash)和固存，闪存中储存遥测信息，固存中储存载荷数据。复接模块输出的信息码流包含遥测信息流和混合流。遥测信息流包括遥测信息；所述混合流包括按比例分配的遥测信息与载荷数据。FLASH英文全称为：FLASH memory，中文译文为闪存。

[0049] 数据存储模块(数据缓存模块)分为两种，遥测信息存储于Flash中，载荷数据存储于固存中；所述综合电子复接模块输出的信息码流包含纯遥测信息流和遥测信息与载荷数据按比例分配的混合流。

[0050] 应答机匹配处理信息码流调制后得到射频信号，且将射频信号传送给放大器。数据处理模块根据设置的通信模式对信息码流采用对应的调制方式进行处理，得到基带信号，并将基带信号调至射频信号送入放大器。应答机根据工作模式匹配处理信息码流。

[0051] 放大器对射频信号进行功率放大，并将功率放大的射频信号传输给天线分系统。射频信号包括测控信号或数传信号。放大器完成测控信号或者数传信号的功率放大，功率放大后的测控信号或数传信号传输到天线分系统。

[0052] 天线分系统根据功率放大的射频信号完成射频收发。天线分系统将放大器传输过来的射频信号通过天线传输到地面。天线分系统将放大后的射频信号通过对应的天线口向地面传输有效数据。天线分系统配置设为低增益天线、中增益天线和高增益定向天线。其中低增益天线增益为3dBi($\pm 50^\circ$)，中增益天线增益10dBi($\pm 25^\circ$)，高增益天线增益39dBi($\pm 0.5^\circ$)。天线分系统根据射频信号完成射频收发。天线分系统根据工作模式选择天线完成射频收发。

[0053] 本发明实施例还公开了一种火星环绕器测控数传一体化的方法，如图1所示，包括如下步骤：步骤1：输出信息码流。通过地面上注指令，对综合电子数据复接模块和深空应答机通信模式进行设置。综合电子数据复接模块包括数据存储模块，深空应答机包括数据处理模块，综合电子数据复接模块根据指令从数据存储模块中输出对应的信息码流至深空应

答机数据处理模块。

[0054] 步骤2:匹配处理信息码流得到射频信号。深空应答机数据处理模块依据设置的通信模式对信息码流采用对应的调制方式进行处理得到基带信号,并将基带信号调至射频信号送入放大器。

[0055] 步骤3:对射频信号进行功率放大。经放大器放大后,射频信号通过对应的天线口向地面传输有效数据。

[0056] 步骤4:根据功率放大的射频信号完成射频收发。

[0057] 本发明通过地面设置,在一个软硬件平台中,完成测控模式和数传模式的切换。

[0058] 步骤1中对综合电子数据复接模块的设置包括信息源、包调度和复接码速率的切换,对深空应答机通信模式的设置包括数据调制方式、上下行相干状态、测距信号和数据码速率的切换。

[0059] 下面以火星环绕器测控数传分系统为例,如图2所示,在应答机的FPGA软件中实现测控数传的功能,通过工作模式设置进行切换。DOR英文全称Differential One_Way Range,中文译文差分单向测距。FPGA英文全称Field Programmable Gate Array,中文译文为现场可编程逻辑门阵列。模数转换器简称ADC。Fd表示多普勒频率,其中F表示频率,d表示多普勒。数模转换器简称DAC。IF表示中频信号。

[0060] 如图1所示,火星环绕器测控数传一体化信息流由综合电子数据复接模块,深空应答机,放大器和天线四个环节组成。具体如下:地面站根据不同的在轨工况对火星环绕器的通信方式通过上注指令的形式进行设置。综合电子复接模块分系统在收到指令后,从数据存储模块中读出相应的信息码流。当设置为测控模式时,复接模块从Flash中输出纯遥测信息流;当设置为数传模式时,复接模块分别从Flash和闪存中按照1:3的比例输出遥测信息与载荷数据的混合信息流送至应答机本地缓存模块中等待处理。

[0061] 如图3所示,测控模式与数传模式均可由地面指令完成切换,应答机切换成为数传模式,需要如下指令:应答机切数传模式,复接码速率设置,包调度切换,应答机切非相干模式,数传码速率设置;应答机切换成为测控模式,需要如下指令:应答机切测控模式,复接码速率设置,包调度切换,应答机切相干模式,遥测码速率设置。

[0062] 如图4所示,应答机输出信号经过微波开关选择后,经100W行波放大管进行射频放大,再经过后面的波导开关选择对应的天线输出。一般的,处于测控模式时,采用低增益天线和中增益天线发射,处于数传模式,采用高增益天线发射。

[0063] 下行遥测码速率设为3档,16384bps,1024bps、32bps,常规模式下默认使用16384bps,应急模式下使用32bps。数传QPSK码速率设为3档,4096kbps,2048kbps,1024kbps,数传BPSK码速率设为6档16kbps、32kbps、64kbps、128kbps、256kbps和512kbps,所选用码速率与在轨时数传链路能力决定,其中测控和数传模式下的所有码速率均可通过软件自由设置和扩展。

[0064] 本发明涉及深空探测通信领域,在器上重量、供电、安装空间等资源极度紧张的情况下,使用测控数传一体化实现方法,可以更好的解决对地通信的问题。本发明火星环绕器测控数传一体化实现方法具体由综合电子数据复接模块,深空应答机,放大器模块和天线分系统组成。综合电子数据复接模块根据地面上注指令将信息码流通过总线(RS422总线)传递给深空应答机,深空应答机由地面上注指令设置响应模式匹配处理信息码流,复用放

大器通道将射频信号传输至发射天线分系统,根据不同的通信模式选择不同的天线完成射频收发。RS422表示平衡电压数字接口电路的电气特性。本发明通过将器上测控通道和数传通道硬件复用,软件功能由深空应答机实现,不同的业务切换实现不同数据类型的下传,减轻了探测器的重量,节省了器上资源,提高了器地数据传输的效率。

[0065] 本领域技术人员知道,除了以纯计算机可读程序代码方式实现本发明提供的系统及其各个装置、模块、单元以外,完全可以通过将方法步骤进行逻辑编程来使得本发明提供的系统及其各个装置、模块、单元以逻辑门、开关、专用集成电路、可编程逻辑控制器以及嵌入式微控制器等的形式来实现相同功能。所以,本发明提供的系统及其各项装置、模块、单元可以被认为是一种硬件部件,而对其内包括的用于实现各种功能的装置、模块、单元也可以视为硬件部件内的结构;也可以将用于实现各种功能的装置、模块、单元视为既可以是实现方法的软件模块又可以是硬件部件内的结构。

[0066] 以上对本发明的具体实施例进行了描述。需要理解的是,本发明并不局限于上述特定实施方式,本领域技术人员可以在权利要求的范围内做出各种变化或修改,这并不影响本发明的实质内容。在不冲突的情况下,本申请的实施例和实施例中的特征可以任意相互组合。

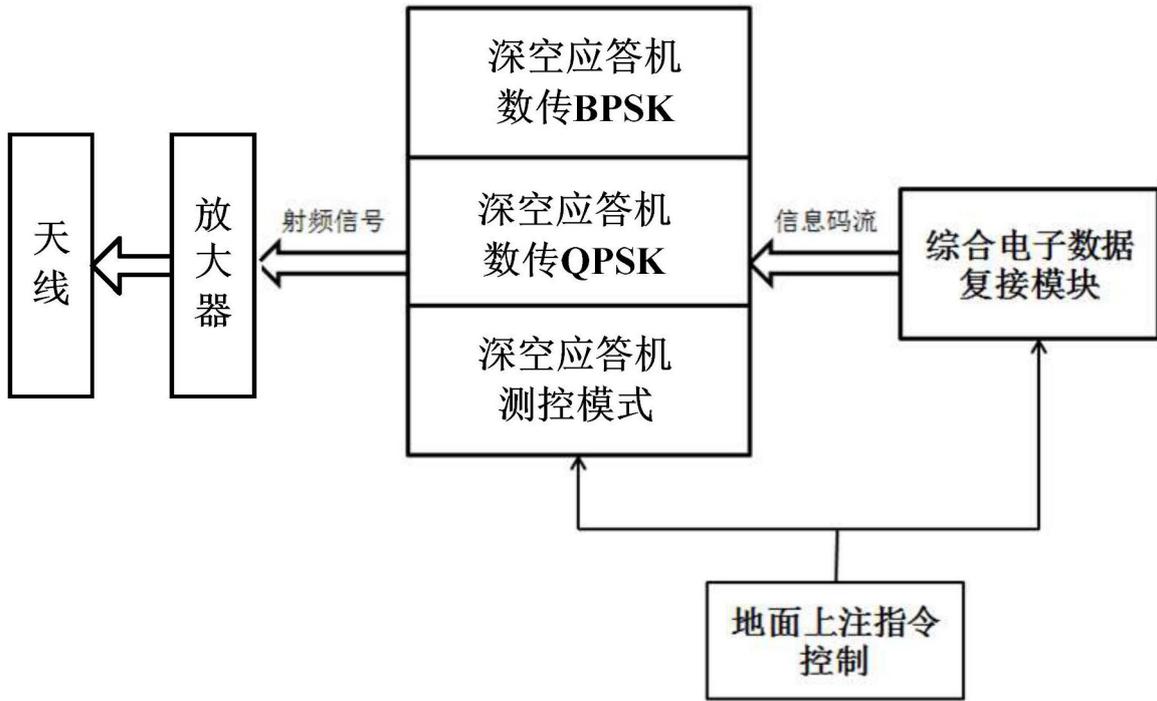


图1

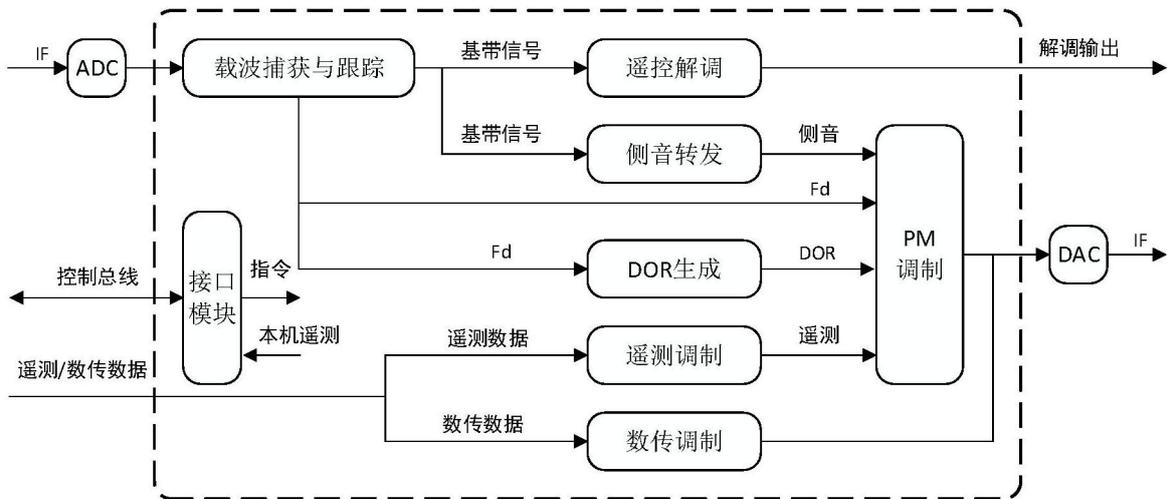


图2

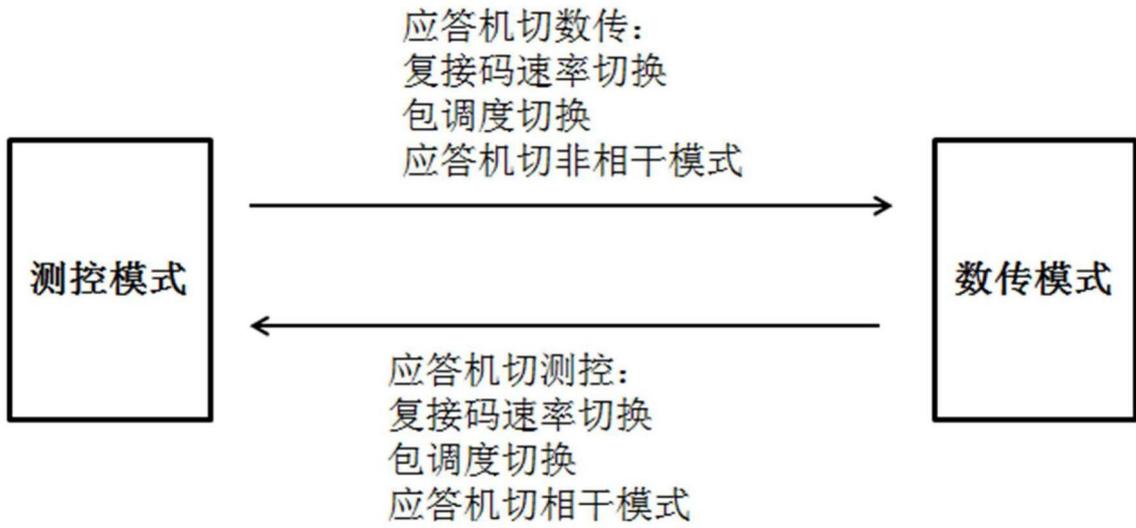


图3

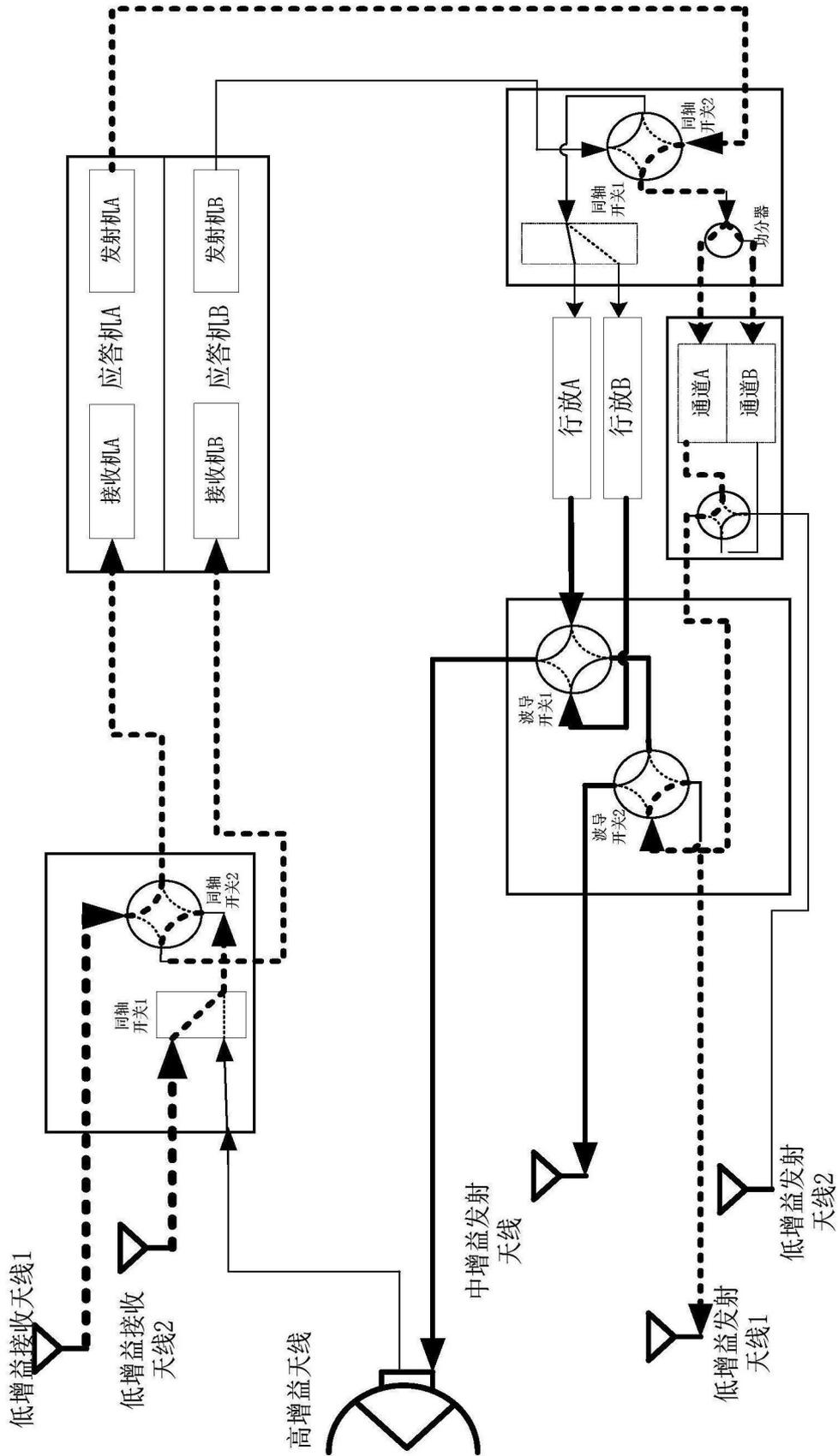


图4