(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 104301058 A
(43)申请公布日 2015.01.21

(21)申请号 201410464941.0

(22)申请日 2014.09.12

(71)申请人 上海卫星工程研究所
地址 200240 上海市闵行区华宁路 251 号

(72)发明人 张伟 侯建文 李金岳 刘正全 邹兴

(74)专利代理机构 上海汉声知识产权代理有限公司 31236
代理人 郭国中

(51)Int.Cl.
H04B 17/40(2015.01)
H04B 7/185(2006.01)
B64G 1/22(2006.01)

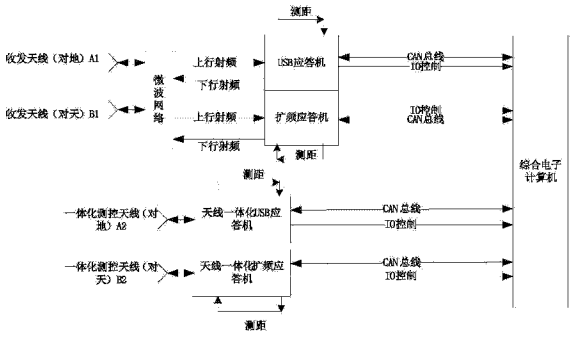
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

微小卫星多码率多通道多体制测控系统

(57)摘要

一种微小卫星多码率多通道多体制测控系统，包括：收发天线、USB 应答机、扩频应答机、天线一体化 USB 应答机、天线一体化扩频应答机、微波网络和综合电子计算机，综合电子计算机分别与 USB 应答机、扩频应答机、天线一体化 USB 应答机和天线一体化扩频应答机通信连接，USB 应答机和扩频应答机均通过微波网络与收发天线通信连接，天线一体化 USB 应答机和天线一体化扩频应答机均包括一体化测控天线。本发明具有降低航天器研制成本、提高微小航天器总体可靠性、天线应答机一体化设计，质量轻、功耗低的有益效果。



CN 104301058 A

1. 一种微小卫星多码率多通道多体制测控系统，其特征在于，包括：收发天线、USB 应答机、扩频应答机、天线一体化 USB 应答机、天线一体化扩频应答机、微波网络和综合电子计算机，所述综合电子计算机分别与所述 USB 应答机、扩频应答机、天线一体化 USB 应答机和天线一体化扩频应答机通信连接，所述 USB 应答机和扩频应答机均通过所述微波网络与所述收发天线通信连接，所述天线一体化 USB 应答机和天线一体化扩频应答机均包括一体化测控天线。

2. 根据权利要求 1 所述的微小卫星多码率多通道多体制测控系统，其特征在于，所述一体化测控天线包括上层微带板、下层微带板、金属底座和 SSMA 接头，所述 SSMA 接头连接至所述金属底座的一侧，所述下层微带板连接至所述金属底座的另一侧，所述上层微带板与所述下层微带板连接。

3. 根据权利要求 2 所述的微小卫星多码率多通道多体制测控系统，其特征在于，所述上层微带板采用介电常数大的板材，所述下层微带板采用介电常数小的介质板。

4. 根据权利要求 2 所述的微小卫星多码率多通道多体制测控系统，其特征在于，所述金属底座与所述 SSMA 接头一侧设置有若干设置有切角的方形贴片。

5. 根据权利要求 1 所述的微小卫星多码率多通道多体制测控系统，其特征在于，所述天线一体化应答机包括测控射频模块、中频处理模块和测控天线，所述中频处理模块与所述综合电子计算机连接，所述测控射频模块分别与所述中频处理模块和测控天线连接，所述中频处理模块分别与所述综合电子计算机和测控射频模块通信，所述测控射频模块用以进行信号下变频、滤波、放大和自动增益控制、ADC 采样中频信号处理以及遥测数据调制，所述中频处理模块用以在数字域对所述测控射频模块处理后的信号进行处理。

6. 根据权利要求 5 所述的微小卫星多码率多通道多体制测控系统，其特征在于，所述天线一体化应答机接收上行信号功率门限优于 -110dBm，输出功率不小于 0.5W，重量不大于 80g，功耗不大于 6W。

7. 根据权利要求 1 所述的微小卫星多码率多通道多体制测控系统，其特征在于，所述 USB 应答机和天线一体化 USB 应答机采样异频备份，所述扩频应答机和天线一体化扩频应答机采样异频备份，且所述 USB 应答机和扩频应答机同频备份，所述天线一体化 USB 应答机和天线一体化扩频应答机同频备份。

8. 根据权利要求 1 所述的微小卫星多码率多通道多体制测控系统，其特征在于，所述 USB 应答机、扩频应答机、天线一体化 USB 应答机和天线一体化扩频应答机的遥测码速率均为 4k-64kbps 多档可调。

9. 根据权利要求 1 所述的微小卫星多码率多通道多体制测控系统，其特征在于，所述 USB 应答机、扩频应答机、天线一体化 USB 应答机和天线一体化扩频应答机的遥控码数率均为 128bps-2000bps。

微小卫星多码率多通道多体制测控系统

技术领域

[0001] 本发明涉及低功耗、轻量化微小卫星对地通信技术，具体涉及一种微小卫星多码率多通道多体制测控系统。

背景技术

[0002] 航天器在太空中工作时，需要地面进行遥控、遥测、测距等工作。要完成上述工作，航天器内应当配置有相应的系统。在现有地球大型卫星测控技术中，航天器的测控采用了固定码率，并且测控模式固定，成熟大型测控单机。即航天器测控分系统采用固定遥测码率工作，并且不进行数传数据的传输和控制。

[0003] 随着航天技术的发展，单机不断小型化、轻量化和高性能化，需要开展微小型卫星的研制，完成从微小型卫星可靠性的测控。由于微小型卫星的各种条件限制，能够提供给测控电子设备的资源有限。因此，进行测控数传一体化设计、应答机和天线一体化设计、测控系统轻量化和低功耗设计，将极大地降低电子设备的资源需求，满足微小卫星对测控的特殊要求。

发明内容

[0004] 本发明目的在于提供一种微小卫星多码率多通道多体制测控系统。

[0005] 根据本发明的一个方面，提供一种微小卫星多码率多通道多体制测控系统，包括：收发天线、USB 应答机、扩频应答机、天线一体化 USB 应答机、天线一体化扩频应答机、微波网络和综合电子计算机，综合电子计算机分别与 USB 应答机、扩频应答机、天线一体化 USB 应答机和天线一体化扩频应答机通信连接，USB 应答机和扩频应答机均通过微波网络与收发天线通信连接，天线一体化 USB 应答机和天线一体化扩频应答机均包括一体化测控天线。

[0006] 优选地，一体化测控天线包括上层微带板、下层微带板、金属底座和 SSMA 接头，SSMA 接头连接至金属底座的一侧，下层微带板连接至金属底座的另一侧，上层微带板与下层微带板连接。

[0007] 优选地，上层微带板采用介电常数大的板材，下层微带板采用介电常数小的介质板。

[0008] 优选地，金属底座与 SSMA 接头一侧设置有若干设置有切角的方形贴片。

[0009] 优选地，天线一体化应答机包括测控射频模块、中频处理模块和测控天线，中频处理模块与综合电子计算机连接，测控射频模块分别与中频处理模块和测控天线连接，中频处理模块分别与综合电子计算机和测控射频模块通信，测控射频模块用以进行信号下变频、滤波、放大和自动增益控制、ADC 采样中频信号处理以及遥测数据调制，中频处理模块用以在数字域对测控射频模块处理后的信号进行处理。

[0010] 优选地，天线一体化应答机接收上行信号功率门限优于 -110dBm，输出功率不小于 0.5W，重量不大于 80g，功耗不大于 6W。

[0011] 优选地，USB 应答机和天线一体化 USB 应答机采样异频备份，扩频应答机和天线一体化扩频应答机采样异频备份，且 USB 应答机和扩频应答机同频备份，天线一体化 USB 应答机和天线一体化扩频应答机同频备份。

[0012] 优选地，USB 应答机、扩频应答机、天线一体化 USB 应答机和天线一体化扩频应答机的遥测码速率均为 4k-64kbps 多档可调。

[0013] 优选地，USB 应答机、扩频应答机、天线一体化 USB 应答机和天线一体化扩频应答机的遥控码数率均为 128bps-2000bps。

[0014] 本发明设计 USB 应答机和天线一体化 USB 应答机采样异频备份，扩频应答机和天线一体化扩频应答机采样异频备份，且 USB 应答机和扩频应答机同频备份，天线一体化 USB 应答机和天线一体化扩频应答机同频备份。当任何通道出现干扰和问题时，不会干扰到其他通道，提高了系统的可靠性。当 S 波段应答机主机工作时，备机接收机常开，备机发射机根据需要为冷备份或热备份。当提高系统的可靠性时进行热备份，这时系统的功耗增加一倍；当卫星的功耗不够、可靠性不高时，可以采用冷备份。并且整个分系统配置收发天线的波束均为 ±90°、增益不小于 -5dBi；应答机接收上行信号功率门限优于 -110dBm，输出功率不小于 0.5W，重量不大于 80g，功耗不大于 6W。

[0015] 本发明实现了微小卫星的轻量化、低功耗的测控功能，解决了微小卫星测控系统高可靠问题、测控数传一体化问题、天线应答机一体化问题以及系统低功耗轻量化问题，满足了微小卫星的全过程遥控、遥测、测距等要求，降低了测控设备的资源需求，提高航天器对地通信的可靠性，对于微小卫星完成近地轨道飞行和通信控制有良好效果。与现有技术相比，本发明具有降低航天器研制成本、提高微小航天器总体可靠性、天线应答机一体化设计，质量轻、功耗低的有益效果，可以广泛用于近地不同轨道内，对地遥控、遥测、测距电子设备的微小卫星系统。

附图说明

[0016] 图 1 为本发明微小卫星多码率多通道多体制测控系统的结构原理图；

[0017] 图 2 为本发明的一体化测控天线的结构侧视图；

[0018] 图 3 为本发明的一体化测控天线的结构主视图；

[0019] 图 4 为本发明应答机的结构原理图。

[0020] 图中：1 为上层微带板、2 为下层微带板、3 为金属底座、4 为 SSMA 接头、5 为方形贴片。

具体实施方式

[0021] 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，还可以做出若干变形和改进。这些都属于本发明的保护范围。

[0022] 请参阅图 1，一种微小卫星多码率多通道多体制测控系统，包括：收发天线、USB 应答机、扩频应答机、天线一体化 USB 应答机、天线一体化扩频应答机、微波网络和综合电子计算机，综合电子计算机分别与 USB 应答机、扩频应答机、天线一体化 USB 应答机和天线一

体化扩频应答机通信连接，USB 应答机和扩频应答机均通过微波网络与收发天线通信连接，天线一体化 USB 应答机和天线一体化扩频应答机均包括一体化测控天线。

[0023] 如图 1 所示，当地面测控站通过地面发射天线发射信号后，有 4 个通道可以接收上行数据，通过地面站发射的信号形式来区分采用哪路通道：频点 A1+USB 应答机为第 1 路通道，频点 B1+ 扩频应答机为第 2 路通道，频点 A2+ 天线一体化 USB 应答机为第 3 路通道，频点 B2+ 天线一体化扩频应答机为第 4 路通道。上行有 2 个频点和 USB 应答机和扩频应答机体制形成 4 个通道。天线接收到的信号经由接收单元传输到对应的应答机，应答机再将信号传输到航天器中的综合电子计算机，由综合电子计算机做进一步的处理。应答机内部设置专门码率检测电路，能够检测出上行引导码速率，自动设置中频处理电路参数，适应不同上行信号的码率，完成信号的解调处理。经过上行射频通道的信号包括指令、注数、测距。

[0024] 航天器中的综合电子计算机所要发送的信息通过 CAN 总线传输到应答机，应答机将信号输出到天线；经过下行射频通道发射的信号的类型有多种，可以是遥测用的信号，科学数据，转发的测距音等。并由于微小卫星的能源供应有限、质量有限，为节约能源；天线一体化应答机设计中通过软件无线电的方式进行多码率设计，当数据量小时可以用低码速率、小功率传输，当数据量大时用高码速率、大功率传输，实现测控数传一体化设计。

[0025] 如图 2、图 3 所示，一体化测控天线包括上层微带板、下层微带板、金属底座和 SSMA 接头，SSMA 接头连接至金属底座的一侧，下层微带板连接至金属底座的另一侧，上层微带板与下层微带板连接。

[0026] 上层微带板采用介电常数较大的板材，可使得天线产生一个高频谐振点，工作于接收频段；同时，下层微带板采用介电常数较小一些的介质板，则就可产生一个低频谐振点，工作于发射频段。金属底座与 SSMA 接头一侧设置有若干设置有切角的方形贴片，通过在方形贴片上切角来形成两个幅度相等，相位相差 90 度的线极化波。同时，改变切角的大小可以调节天线在两个极化方向的分量，从而更好形成圆极化。SSMA 接头与测控应答机直接相连，实现天线与应答机一体化，使系统重量减轻，不超过 100g。

[0027] 如图 4 所示，天线一体化应答机采用单片模块、软件无线等设计，并采用 CAN 总线通用化对外接口，使对外接口变的简洁。具体地，天线一体化应答机包括测控射频模块、中频处理模块和测控天线，中频处理模块与综合电子计算机连接，测控射频模块分别与中频处理模块和测控天线连接，中频处理模块分别与综合电子计算机和测控射频模块通信，测控射频模块用以进行信号下变频、滤波、放大和自动增益控制、ADC 采样中频信号处理以及遥测数据调制，中频处理模块用以在数字域对测控射频模块处理后的信号进行处理。

[0028] 进一步地，中频处理模块包括 A/D 转换模块和 FPGA，所述测控射频模块包括 D/A 转换模块、上变频模块、放大器、双工器、低噪放大器、下变频及 AGC 模块、A/D 转换模块和频率控制器，DSP 处理器和 FPGA 通信连接，D/A 转换模块、上变频模块、放大器、双工器、低噪放大器、下变频及 AGC 模块和 A/D 转换模块依次连接，D/A 转换模块与 FPGA 连接，A/D 转换模块与 A/D 转换模块连接，频率控制器分别与上变频模块、下变频及 AGC 模块和 FPGA 连接，双工器与测控天线通信连接。

[0029] 天线一体化测控应答机的测控射频模块完成信号下变频、滤波、放大和自动增益控制后 ADC 采样进行中频信号处理，由 FPGA 和 DSP 在数字域进行处理，实现载波、时钟的跟踪和恢复，并进行数据管理。测控射频模块实现遥测数据调制，实现了应答机接收上行信号

功率门限优于 -110dBm，输出功率不小于 0.5W，重量不大于 80g，功耗不大于 6W。

[0030] 进一步地，天线一体化应答机接收上行信号功率门限优于 -110dBm，输出功率不小于 0.5W，重量不大于 80g，功耗不大于 6W。

[0031] 进一步地，USB 应答机和天线一体化 USB 应答机采样异频备份，扩频应答机和天线一体化扩频应答机采样异频备份，且 USB 应答机和扩频应答机同频备份，天线一体化 USB 应答机和天线一体化扩频应答机同频备份。当任何通道出现干扰和问题时，不会干扰到其他通道，提高了系统的可靠性。

[0032] 进一步地，USB 应答机、扩频应答机、天线一体化 USB 应答机和天线一体化扩频应答机的遥测码速率均为 4k-64kbps 多档可调。USB 应答机、扩频应答机、天线一体化 USB 应答机和天线一体化扩频应答机的遥控码数率均为 128bps-2000bps。

[0033] 本发明设计 USB 应答机和天线一体化 USB 应答机采样异频备份，扩频应答机和天线一体化扩频应答机采样异频备份，且 USB 应答机和扩频应答机同频备份，天线一体化 USB 应答机和天线一体化扩频应答机同频备份。当任何通道出现干扰和问题时，不会干扰到其他通道，提高了系统的可靠性。当 S 波段应答机主机工作时，备机接收机常开，备机发射机根据需要为冷备份或热备份。当提高系统的可靠性时进行热备份，这时系统的功耗增加一倍；当卫星的功耗不够、可靠性不高时，可以采用冷备份。并且整个分系统配置收发天线的波束均为 ±90°、增益不小于 -5dBi；应答机接收上行信号功率门限优于 -110dBm，输出功率不小于 0.5W，重量不大于 80g，功耗不大于 6W。

[0034] 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形或修改，这并不影响本发明的实质内容。

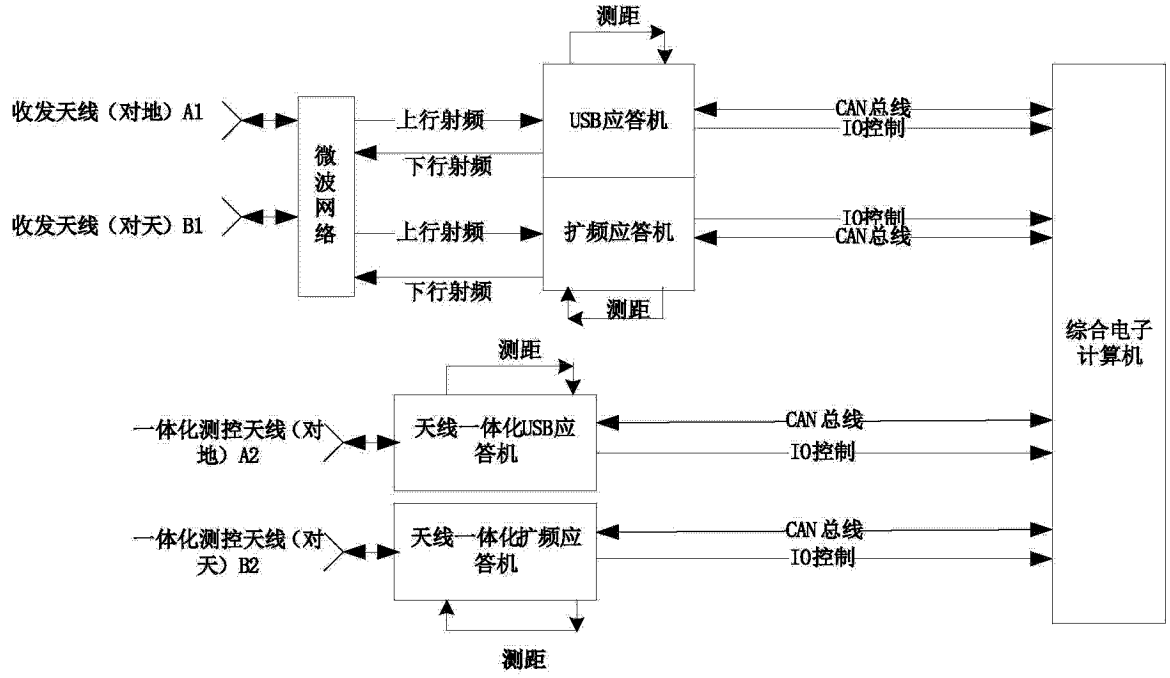

测距
收发天线（对地）A1
收发天线（对天）B1
微波网络
上行射频
下行射频
上行射频
下行射频
USB应答机
扩频应答机
CAN总线
IO控制
IO控制
CAN总线
测距
测距
综合电子计算机
测距
一体化测控天线（对地）A2
一体化测控天线（对天）B2
天线一体化USB应答机
天线一体化扩频应答机
CAN总线
IO控制
CAN总线
IO控制
测距

图 1

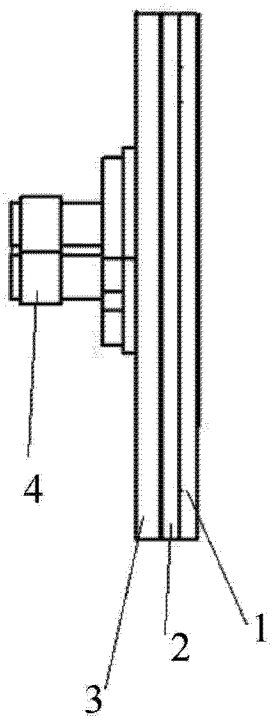

4
3
2
1

图 2

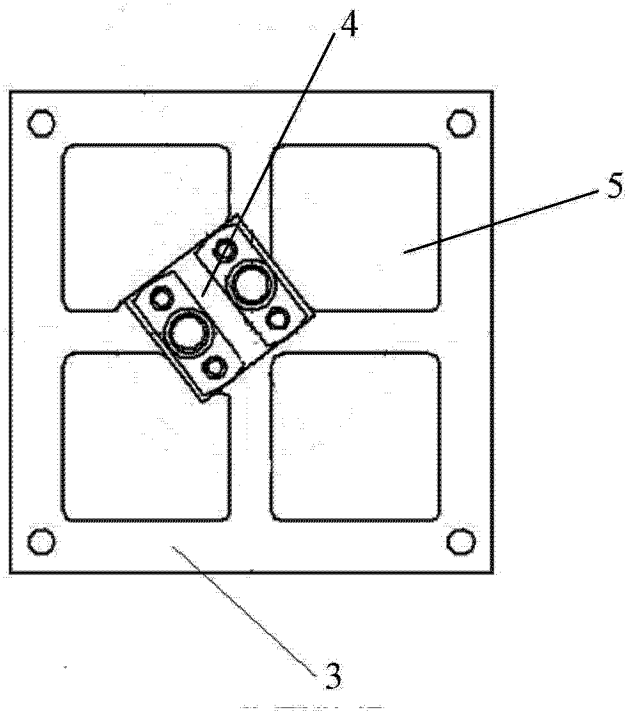

4
5
3

图 3

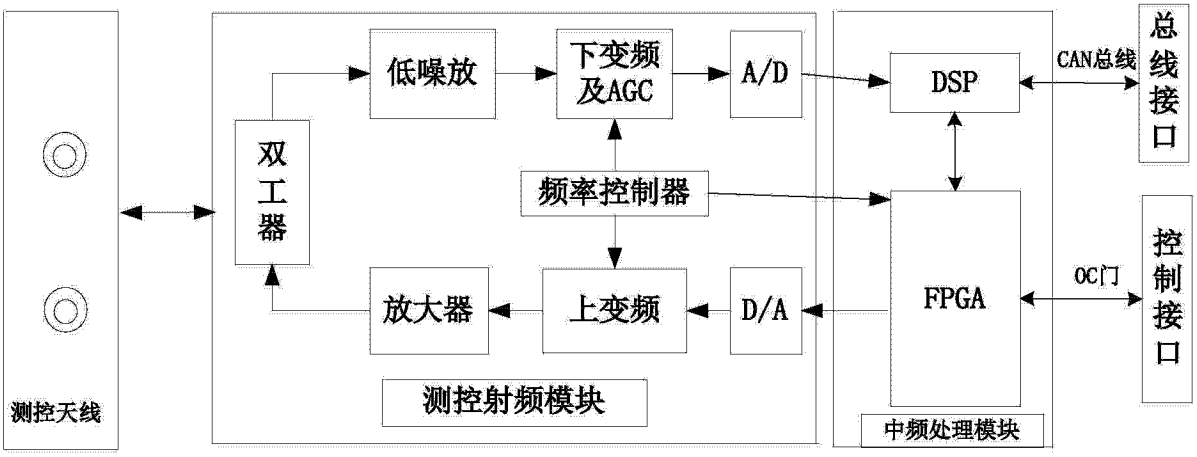

测控天线
双工器
低噪放
下变频及AGC
A/D
频率控制器
放大器
上变频
D/A
测控射频模块
DSP
FPGA
中频处理模块
CAN总线
总线接口
OC门
控制接口

图 4