



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113686486 B

(45) 授权公告日 2024.01.16

(21) 申请号 202110956872.5

(22) 申请日 2021.08.19

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 113686486 A

(43) 申请公布日 2021.11.23

(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 赵训友 袁双 宋效正 夏勇

褚英志 信思博 王献忠

(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.

G01L 27/00 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 204990658 U, 2016.01.20

CN 108709685 A, 2018.10.26

CA 1292129 C, 1991.11.19

CN 102494841 A, 2012.06.13

CN 106370347 A, 2017.02.01

CN 107966240 A, 2018.04.27

CN 108279126 A, 2018.07.13

CN 111891394 A, 2020.11.06

CN 112208799 A, 2021.01.12

付新菊, 关威. 卫星用高精度压力传感器研究. 仪表技术与传感器. 2018, 第151-153页.

审查员 孙溪

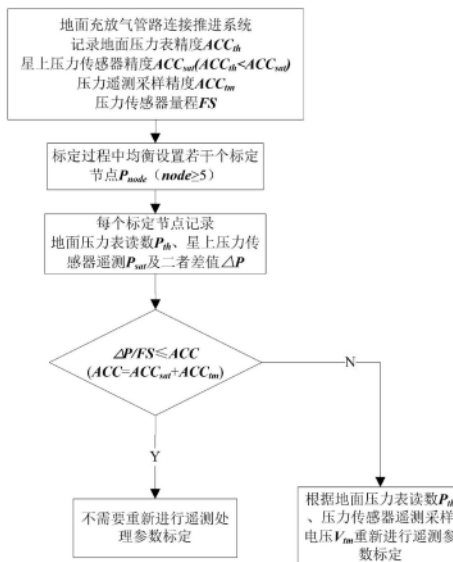
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

卫星推进系统压力传感器整星标定方法和系统

(57) 摘要

本发明提供了一种卫星推进系统压力传感器整星标定方法和系统, 包括: 步骤1: 在地面配气台配备压力表, 并通过充放气管路与卫星推进系统连接; 步骤2: 在推进系统充气或放气过程中设置相应标定节点, 对星上压力传感器进行标定; 步骤3: 在每个标定节点处计算星上压力传感器与地面压力表偏差; 步骤4: 对比星上压力传感器满量程偏差与星上压力传感器精度、遥测采样精度, 当偏差超出预设阈值时, 根据地面压力表读数、压力传感器遥测采样电压进行压力传感器参数标定。本发明通过此方法重新对星上压力传感器遥测处理参数进行标定, 提高了星上压力遥测的准确度, 从而更精确地评估推进系统在轨推进剂剩余量, 更有效地统筹卫星寿命期内任务规划。



1. 一种卫星推进系统压力传感器整星标定方法,其特征在于,包括:

步骤1:在地面配气台配备压力表,并通过充放气管路与卫星推进系统连接;

步骤2:在推进系统充气或放气过程中设置相应标定节点,对星上压力传感器进行标定;

步骤3:在每个标定节点处计算星上压力传感器与地面压力表偏差;

步骤4:对比星上压力传感器满量程偏差与星上压力传感器精度、遥测采样精度,当偏差超出预设阈值时,根据地面压力表读数、压力传感器遥测采样电压进行压力传感器参数标定;

地面充放气管路通过充气阀或加排阀连接推进系统气瓶和贮箱管路,地面配气台选用的地面压力表精度 ACC_{th} 高于星上压力传感器精度 ACC_{sat} ;

在推进系统充气、放气或同时充放气过程中进行星上压力传感器标定,标定过程中根据压力传感器量程均衡设置标定节点,节点数量至少为5个;

达到标定节点暂停充气或放气,稳定5分钟后同时记录地面压力表读数 P_{th} 、星上压力传感器遥测 P_{sat} 及二者差值 ΔP ;

计算满量程偏差 $\Delta P/FS$,计算综合精度 $ACC=ACC_{sat}+ACC_{tm}$,若 $\Delta P/FS \leq ACC$,则沿用星上压力传感器遥测处理参数,无需重新标定新参数;若 $\Delta P/FS > ACC$,则表示星上压力传感器需要重新根据地面压力表读数 P_{th} 、压力传感器遥测采样电压 V_{tm} 进行遥测参数标定,FS为量程的范围;

根据标定过程实测地面压力表读数 P_{th} 、星上压力传感器遥测采样电压 V_{tm} 数据绘制星上压力传感器特性标定曲线,通过最小二乘法给定星上压力传感器的拟合标定公式进行参数标定,公式为: $P_{th}=kV_{tm}+b$,其中,k为拟合公式曲线的斜率,b为拟合公式曲线的截距。

2. 一种卫星推进系统压力传感器整星标定系统,其特征在于,包括:

模块M1:在地面配气台配备压力表,并通过充放气管路与卫星推进系统连接;

模块M2:在推进系统充气或放气过程中设置相应标定节点,对星上压力传感器进行标定;

模块M3:在每个标定节点处计算星上压力传感器与地面压力表偏差;

模块M4:对比星上压力传感器满量程偏差与星上压力传感器精度、遥测采样精度,当偏差超出预设阈值时,根据地面压力表读数、压力传感器遥测采样电压进行压力传感器参数标定;

地面充放气管路通过充气阀或加排阀连接推进系统气瓶和贮箱管路,地面配气台选用的地面压力表精度 ACC_{th} 高于星上压力传感器精度 ACC_{sat} ;

在推进系统充气、放气或同时充放气过程中进行星上压力传感器标定,标定过程中根据压力传感器量程均衡设置标定节点,节点数量至少为5个;

达到标定节点暂停充气或放气,稳定5分钟后同时记录地面压力表读数 P_{th} 、星上压力传感器遥测 P_{sat} 及二者差值 ΔP ;

计算满量程偏差 $\Delta P/FS$,计算综合精度 $ACC=ACC_{sat}+ACC_{tm}$,若 $\Delta P/FS \leq ACC$,则沿用星上压力传感器遥测处理参数,无需重新标定新参数;若 $\Delta P/FS > ACC$,则表示星上压力传感器需要重新根据地面压力表读数 P_{th} 、压力传感器遥测采样电压 V_{tm} 进行遥测参数标定,FS为量程的范围;

根据标定过程实测地面压力表读数 P_{th} 、星上压力传感器遥测采样电压 V_{tm} 数据绘制星上压力传感器特性标定曲线,通过最小二乘法给定星上压力传感器的拟合标定公式进行参数标定,公式为: $P_{th}=kV_{tm}+b$,其中, k 为拟合公式曲线的斜率, b 为拟合公式曲线的截距。

卫星推进系统压力传感器整星标定方法和系统

技术领域

[0001] 本发明涉及参数标定技术领域,具体地,涉及一种卫星推进系统压力传感器整星标定方法和系统。

背景技术

[0002] 推进系统推进剂剩余量在很大程度上决定了卫星的任务寿命,而推进剂剩余量直接通过推进系统气瓶、贮箱压力和温度遥测计算得到,星上压力传感器标定参数是否准确,将严重影响到压力遥测和推进剂剩余量估算。

[0003] 专利文献CN108709685A(申请号:CN201810798100.1)公开了一种压力传感器的标定设备及标定方法,该专利仅适用于压力传感器自身特性参数的标定,无法考虑到卫星遥测采样精度的影响,不适用于星上压力传感器压力遥测处理参数的标定。

[0004] 专利文献CN102494841A(申请号:CN201110442446.6)公开了一种压力传感器标定系统,该专利适用于压力传感器自身特性参数的标定,无法考虑到卫星遥测采样精度的影响,不适用于星上压力传感器压力遥测处理参数的标定。

[0005] 专利文献CN107655626A(申请号:CN201711010580.2)公开了一种压力传感器的自动化标定与测试设备,用于测试至少一压力传感器,通过所述压力传感器获取在测试温度和测试气压下的电流值,以实现至少一压力传感器进行标定。该专利仅适用于压力传感器自身特性参数的标定,无法考虑到卫星遥测采样精度的影响,不适用于星上压力传感器压力遥测处理参数的标定。

[0006] 专利文献CN110261034A(申请号:CN201910624871.3)公开了一种六维力传感器标定装置及其标定方法,包括:六维力传感器标定单元、旋转单元、滑轨单元、翻转移动单元、移动压力机单元、总体底座单元;旋转单元控制六维力传感器的旋转,滑轨单元水平移动六维力传感器,翻转移动单元对六维力传感器进行上下移动和翻转,移动压力机单元用于在翻转移动单元将六维力传感器整体翻转后,使压力机与六维力传感器一直处于相同的相对位置,以精确测量六维力传感器六个方向的力和力矩。该专利仅适用于压力传感器自身特性参数的标定,无法考虑到卫星遥测采样精度的影响,不适用于星上压力传感器压力遥测处理参数的标定。

发明内容

[0007] 针对现有技术中的缺陷,本发明的目的是提供一种卫星推进系统压力传感器整星标定方法和系统。

[0008] 根据本发明提供的卫星推进系统压力传感器整星标定方法,包括:

[0009] 步骤1:在地面配气台配备压力表,并通过充放气管路与卫星推进系统连接;

[0010] 步骤2:在推进系统充气或放气过程中设置相应标定节点,对星上压力传感器进行标定;

[0011] 步骤3:在每个标定节点处计算星上压力传感器与地面压力表偏差;

[0012] 步骤4:对比星上压力传感器满量程偏差与星上压力传感器精度、遥测采样精度,当偏差超出预设阈值时,根据地面压力表读数、压力传感器遥测采样电压进行压力传感器参数标定。

[0013] 优选的,地面充放气管路通过充气阀或加排阀连接推进系统气瓶和贮箱管路,地面配气台选用的地面压力表精度 ACC_{th} 高于星上压力传感器精度 ACC_{sat} 。

[0014] 优选的,在推进系统充气、放气或同时充放气过程中进行星上压力传感器标定,标定过程中根据压力传感器量程均衡设置标定节点,节点数量至少为5个。

[0015] 优选的,达到标定节点暂停充气或放气,稳定5分钟后同时记录地面压力表读数 P_{th} 、星上压力传感器遥测 P_{sat} 及二者差值 ΔP ;

[0016] 计算满量程偏差 $\Delta P/FS$,计算综合精度 $ACC=ACC_{sat}+ACC_{tm}$,若 $\Delta P/FS \leq ACC$,则沿用星上压力传感器遥测处理参数,无需重新标定新参数;若 $\Delta P/FS > ACC$,则表示星上压力传感器需要重新根据地面压力表读数 P_{th} 、压力传感器遥测采样电压 V_{tm} 进行遥测参数标定,FS为量程的范围。

[0017] 优选的,根据标定过程实测地面压力表读数 P_{th} 、星上压力传感器遥测采样电压 V_{tm} 数据绘制星上压力传感器特性标定曲线,通过最小二乘法给定星上压力传感器的拟合标定公式进行参数标定,公式为: $P_{th}=kV_{tm}+b$,其中,k为拟合公式曲线的斜率,b为拟合公式曲线的截距。

[0018] 根据本发明提供的卫星推进系统压力传感器整星标定系统,包括:

[0019] 模块M1:在地面配气台配备压力表,并通过充放气管路与卫星推进系统连接;

[0020] 模块M2:在推进系统充气或放气过程中设置相应标定节点,对星上压力传感器进行标定;

[0021] 模块M3:在每个标定节点处计算星上压力传感器与地面压力表偏差;

[0022] 模块M4:对比星上压力传感器满量程偏差与星上压力传感器精度、遥测采样精度,当偏差超出预设阈值时,根据地面压力表读数、压力传感器遥测采样电压进行压力传感器参数标定。

[0023] 优选的,地面充放气管路通过充气阀或加排阀连接推进系统气瓶和贮箱管路,地面配气台选用的地面压力表精度 ACC_{th} 高于星上压力传感器精度 ACC_{sat} 。

[0024] 优选的,在推进系统充气、放气或同时充放气过程中进行星上压力传感器标定,标定过程中根据压力传感器量程均衡设置标定节点,节点数量至少为5个。

[0025] 优选的,达到标定节点暂停充气或放气,稳定5分钟后同时记录地面压力表读数 P_{th} 、星上压力传感器遥测 P_{sat} 及二者差值 ΔP ;

[0026] 计算满量程偏差 $\Delta P/FS$,计算综合精度 $ACC=ACC_{sat}+ACC_{tm}$,若 $\Delta P/FS \leq ACC$,则沿用星上压力传感器遥测处理参数,无需重新标定新参数;若 $\Delta P/FS > ACC$,则表示星上压力传感器需要重新根据地面压力表读数 P_{th} 、压力传感器遥测采样电压 V_{tm} 进行遥测参数标定,FS为量程的范围。

[0027] 优选的,根据标定过程实测地面压力表读数 P_{th} 、星上压力传感器遥测采样电压 V_{tm} 数据绘制星上压力传感器特性标定曲线,通过最小二乘法给定星上压力传感器的拟合标定公式进行参数标定,公式为: $P_{th}=kV_{tm}+b$,其中,k为拟合公式曲线的斜率,b为拟合公式曲线的截距。

[0028] 与现有技术相比,本发明具有如下的有益效果:

[0029] 本发明提出的卫星推进系统压力传感器整星标定方法,能够有效检验单机方给定的压力传感器遥测处理参数是否能够准确表征推进系统当前压力,若压力遥测与精度较高的地面压力表偏差较大时,可通过此方法重新对星上压力传感器遥测处理参数进行标定,提高了星上压力遥测的准确度,从而更精确地评估推进系统在轨推进剂剩余量,更有效地统筹卫星寿命期内任务规划。

附图说明

[0030] 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:

[0031] 图1是本发明卫星推进系统压力传感器整星标定方法流程图。

具体实施方式

[0032] 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。

[0033] 实施例:

[0034] 如图1所示,本发明的具体实施方式如下:

[0035] 1) 地面充放气管路通过充气阀或加排阀连接推进系统气瓶和贮箱管路,地面配气台选用的地面压力表精度 ACC_{th} 要高于星上压力传感器精度 ACC_{sat} ;

[0036] 2) 在推进系统气瓶和贮箱管路充气、放气或同时充放气过程中监视地面压力表和星上压力传感器遥测,标定过程中均衡设置的标定节点 P_{node} ($node \geq 5$),高压压力传感器标定节点可适当增加;

[0037] 3) 达到标定节点暂停充气或放气稳定约5min后同时记录地面压力表读数 P_{th} 、星上压力传感器遥测 P_{sat} 及二者差值 ΔP ;

[0038] 4) 计算满量程偏差 $\Delta P/FS$;

[0039] 5) 计算综合精度 $ACC = ACC_{sat} + ACC_{tm}$;

[0040] 6) 若 $\Delta P/FS \leq ACC$,沿用星上压力传感器遥测处理参数,无需重新标定新参数;

[0041] 7) 若 $\Delta P/FS > ACC$,星上压力传感器需要重新根据地面压力表读数 P_{th} 、压力传感器遥测采样电压 V_{tm} 进行遥测参数标定。

[0042] 8) 根据标定过程实测地面压力表读数 P_{th} 、星上压力传感器遥测采样电压 V_{tm} 数据绘制星上压力传感器特性标定曲线($P_{th}-V_{tm}$),通过最小二乘法给定星上压力传感器的拟合标定公式 $P_{th} = kV_{tm} + b$,其中 k 为拟合公式曲线的斜率, b 为拟合公式曲线的截距。

[0043] 根据本发明提供的卫星推进系统压力传感器整星标定系统,包括:模块M1:在地面配气台配备压力表,并通过充放气管路与卫星推进系统连接;模块M2:在推进系统充气或放气过程中设置相应标定节点,对星上压力传感器进行标定;模块M3:在每个标定节点处计算星上压力传感器与地面压力表偏差;模块M4:对比星上压力传感器满量程偏差与星上压力传感器精度、遥测采样精度,当偏差超出预设阈值时,根据地面压力表读数、压力传感器遥

测采样电压进行压力传感器参数标定。

[0044] 地面充放气管路通过充气阀或加排阀连接推进系统气瓶和贮箱管路,地面配气台选用的地面压力表精度 ACC_{th} 高于星上压力传感器精度 ACC_{sat} 。在推进系统充气、放气或同时充放气过程中进行星上压力传感器标定,标定过程中根据压力传感器量程均衡设置标定节点,节点数量至少为5个。达到标定节点暂停充气或放气,稳定5分钟后同时记录地面压力表读数 P_{th} 、星上压力传感器遥测 P_{sat} 及二者差值 ΔP ;计算满量程偏差 $\Delta P/FS$,计算综合精度 $ACC=ACC_{sat}+ACC_{tm}$,若 $\Delta P/FS \leq ACC$,则沿用星上压力传感器遥测处理参数,无需重新标定新参数;若 $\Delta P/FS > ACC$,则表示星上压力传感器需要重新根据地面压力表读数 P_{th} 、压力传感器遥测采样电压 V_{tm} 进行遥测参数标定,FS为量程的范围。根据标定过程实测地面压力表读数 P_{th} 、星上压力传感器遥测采样电压 V_{tm} 数据绘制星上压力传感器特性标定曲线,通过最小二乘法给定星上压力传感器的拟合标定公式进行参数标定,公式为: $P_{th}=kV_{tm}+b$,其中,k为拟合公式曲线的斜率,b为拟合公式曲线的截距。

[0045] 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、装置及其各个模块以外,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、装置及其各个模块以逻辑门、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程序。所以,本发明提供的系统、装置及其各个模块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程序的模块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模块视为既可以是实现方法的软件程序又可以是硬件部件内的结构。

[0046] 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。

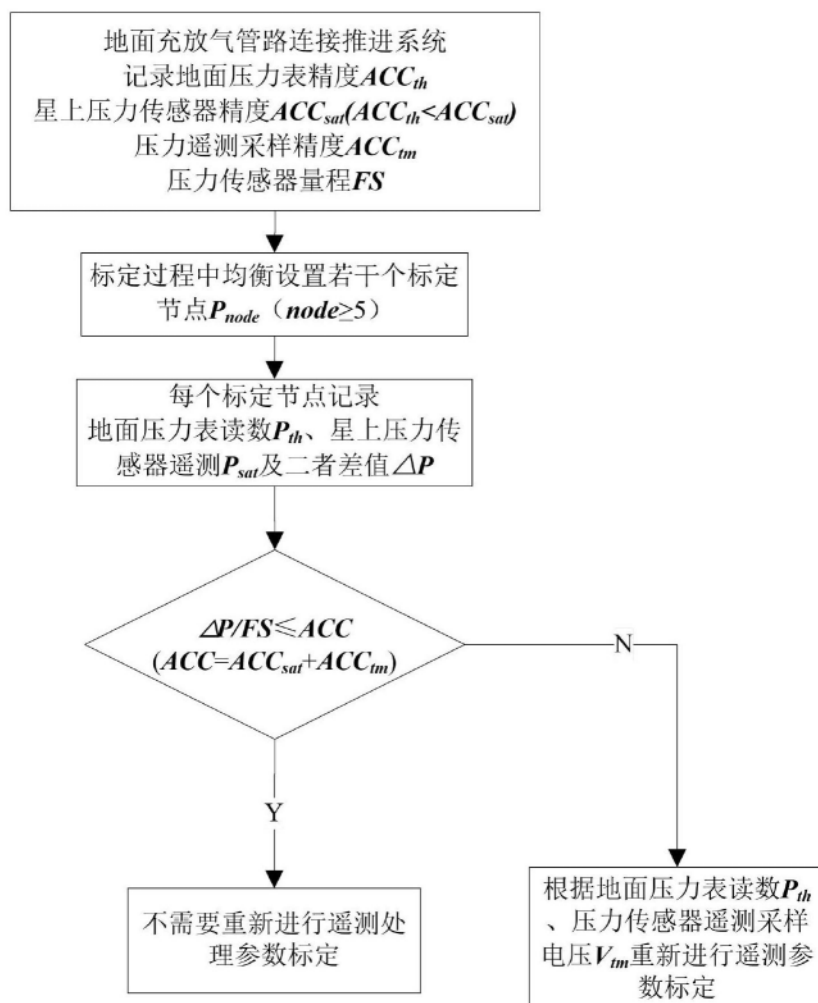


图1