



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105929140 B

(45)授权公告日 2018.11.02

(21)申请号 201610539048.9

(22)申请日 2016.07.11

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105929140 A

(43)申请公布日 2016.09.07

(73)专利权人 中国科学院沈阳自动化研究所
地址 110016 辽宁省沈阳市沈河区南塔街
114号

(72)发明人 骆海涛 刘广明 富佳 于敏
于长帅 王鹏

(74)专利代理机构 沈阳科苑专利商标代理有限公司 21002
代理人 何丽英

(51)Int.Cl.
G01N 33/24(2006.01)

(56)对比文件

CN 103419945 A,2013.12.04,
CN 104879170 A,2015.09.02,
CN 102305842 A,2012.01.04,
CN 102507867 A,2012.06.20,
CN 102814787 A,2012.12.12,
CN 103410440 A,2013.11.27,
CN 103419946 A,2013.12.04,
CN 105667840 A,2016.06.15,
CN 205352450 U,2016.06.29,

审查员 高树娟

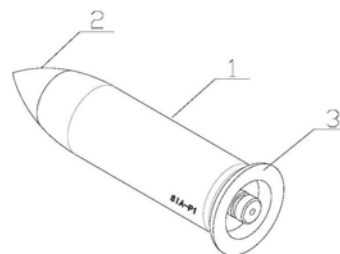
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

一种用于月壤探测的高速撞击穿透器结构

(57)摘要

本发明涉及高速撞击穿透器结构,具体地说是一种用于月壤探测的高速撞击穿透器结构。包括穿透器壳体、穿透器潜头、分离端盖、仪器安装模块、缓冲阻尼层及潜头减振阻尼结构,其中穿透器外壳的内壁上设有缓冲阻尼层、并且内部设有多个用于安装星体探测仪器的仪器安装模块,所述穿透器外壳的前端和后端分别与穿透器潜头和分离端盖连接,所述穿透器潜头内设有潜头减振阻尼结构。本发明质量轻、刚度高,具有优良的减振性能,能够有效的撞击穿透小天体,从而对月球体内部组成和结构开展科学探测。



1. 一种用于月壤探测的高速穿透器结构,其特征在于:包括穿透器壳体(1)、穿透器潜头(2)、分离端盖(3)、仪器安装模块(4)、缓冲阻尼层(5)及潜头减振阻尼结构(6),其中穿透器壳体(1)的内壁上设有缓冲阻尼层(5)、并且内部设有多个用于安装星体探测仪器的仪器安装模块(4),所述穿透器壳体(1)的前端和后端分别与穿透器潜头(2)和分离端盖(3)连接,所述穿透器潜头(2)内设有潜头减振阻尼结构(6);

所述穿透器潜头(2)外部采用流线型结构,内部为中空结构,所述潜头减振阻尼结构(6)设置于其空腔内;

所述穿透器潜头(2)的中空结构采用内弧面,该内弧面以两段圆弧平滑过渡,所述内弧面顶部位置在距弹尖 $h/2-h/3$ 范围内;所述潜头减振阻尼结构(6)为填充于穿透器潜头(2)内部空腔的泡沫铝。

2. 按权利要求1所述的用于月壤探测的高速穿透器结构,其特征在于:所述穿透器壳体(1)的壁厚相等,所述穿透器壳体(1)的前端为与穿透器潜头(2)一体过渡连接的流线型,后端为外倾结构,所述穿透器壳体(1)的前端和后端设有用于连接穿透器潜头(2)和分离端盖(3)的安装螺纹。

3. 按权利要求2所述的用于月壤探测的高速穿透器结构,其特征在于:所述穿透器壳体(1)的壳体壁厚选用弹体抗压/拉分析和抗弯分析的极限壁厚的最大值。

4. 按权利要求1所述的用于月壤探测的高速穿透器结构,其特征在于:所述分离端盖(3)与穿透器壳体(1)的后端螺纹连接,所述分离端盖(3)的外侧设有用于与推进器连接的机械连接接口。

5. 按权利要求4所述的用于月壤探测的高速穿透器结构,其特征在于:所述分离端盖(3)的直径为112mm,厚度为15mm,所述分离端盖(3)上的螺纹螺牙为7圈,螺距为2mm。

6. 按权利要求1所述的用于月壤探测的高速穿透器结构,其特征在于:多个仪器安装模块(4)之间采用螺纹连接,并在其间设有减振保护层。

7. 按权利要求1所述的用于月壤探测的高速穿透器结构,其特征在于:所述穿透器壳体(1)内部空隙填充有减震缓冲材料。

一种用于月壤探测的高速撞击穿透器结构

技术领域

[0001] 本发明涉及高速撞击穿透器结构,具体地说是一种用于月壤探测的高速撞击穿透器结构。

背景技术

[0002] 高速穿透器作为一种天体探测手段,采用环绕器携带撞击穿透器对天体进行高速撞击以便将仪器以碰撞方式嵌入天体表面,对天体内部进行探测。围绕探测和着陆器探测是当前国内外广泛采用的天体探测手段,但围绕探测无法对天体表皮内物质进行探测,着陆探测需着陆器登录到天体实施直接观测,其实现技术难度高且在登录阶段成本巨大,特别是对于小天体探测,由于其动力学复杂、弱引力等原因,着陆探测的难度和成本更高。

[0003] 高速撞击穿透器作为一种天体探测的手段有别于围绕探测、着陆器探测,其优点主要是:需求能源小,可以更加有效和廉价的深入天体,探测天体内部结构,还适用于研究表面覆盖冰层的木星、土星及太阳系其他天体;可以实现单次多点撞击,从而形成探测网络,这在月球探测方面具有独到优势;通过撞击穿透小天体,对小天体内部物质和结构开展科学探测,为揭开太阳系形成演化以及探索生命起源提供线索。这种高速撞击实验验证的关键技术也可认为是天基武器打击中、高轨道目标的模拟,轨道器相当于天机武器平台,穿透器或撞击器相当于天机武器。因此开展小型化高速撞击穿透器的研究可为未来深空探测和天基武器系统的研究奠定关键技术基础。撞击穿透器将以约300m/s的速度撞击星球表面,相当于从4.5km的高空自由降落在地球表面,穿透器的使命是既保证能够有效穿透被探测介质一定的深度又能保证其所携带的有效载荷和探测设备能够“存活”下来,这对于穿透器的结构设计将是一个严峻的挑战。

发明内容

[0004] 针对上述问题,本发明的目的在于提供一种用于月壤探测的高速撞击穿透器结构。该穿透器结构质量轻、刚度高,具有优良的减振性能,能够有效的撞击穿透小天体,从而对月球体内部组成和结构开展科学探测。

[0005] 为了实现上述目的,本发明采用以下技术方案:

[0006] 一种用于月壤探测的高速穿透器结构,包括穿透器壳体、穿透器潜头、分离端盖、仪器安装模块、缓冲阻尼层及潜头减振阻尼结构,其中穿透器壳体的内壁上设有缓冲阻尼层、并且内部设有多个用于安装星体探测仪器的仪器安装模块,所述穿透器壳体的前端和后端分别与穿透器潜头和分离端盖连接,所述穿透器潜头内设有潜头减振阻尼结构。

[0007] 所述穿透器潜头外部采用流线型结构,内部为中空结构,所述潜头减振阻尼结构设置于其空腔内。

[0008] 所述潜头减振阻尼结构为填充于穿透器潜头内部空腔的泡沫铝。

[0009] 所述穿透器潜头的中空结构采用内弧面,该内弧面以两段圆弧平滑过渡,所述内弧面顶部位置不超过距弹尖 $h/2-h/3$ 。

[0010] 所述穿透器壳体的壁厚相等,所述穿透器壳体的前端为与穿透器潜头一体过渡连接的流线型,后端为外倾结构,所述穿透器壳体的前端和后端设有用于连接穿透器潜头和分离端盖的安装螺纹。

[0011] 所述穿透器壳体的壳体壁厚选用弹体抗压/拉分析和抗弯分析的极限壁厚的最大值。

[0012] 所述分离端盖与穿透器壳体的后端螺纹连接,所述分离端盖的外侧设有用于与推进器连接的机械连接接口。

[0013] 所述分离端盖的直径为112mm,厚度为15mm,所述分离端盖上的螺纹螺牙为7圈,螺距为2mm。

[0014] 多个仪器安装模块之间采用螺纹连接,并在其间设有减振保护层。

[0015] 所述穿透器壳体内部空隙填充有减震缓冲材料。

[0016] 本发明的优点与有益效果是:

[0017] 1.本发明的几何构型一方面可以安全高效的贯穿嵌入月球内部,节省空间、结构紧凑。另一方面可以有效的减振缓冲,保证穿透器内部的仪器在冲击载荷的作用后正常工作。

[0018] 2.本发明主要结构采用钛合金加工制造,质量轻且刚度性能好。通过螺纹连接各个主要结构,且连接件间布有减震阻尼结构。仪器安装模块与外壳之间的减振层由泡沫铝填充,壳体内壁敷有绝热阻尼层,从而提高减振防护性能。

[0019] 3.本发明设计有专用仪器安装模块,用于测量仪器的安装和内部传感器的固定,以达到撞击后生存的目的。

[0020] 4.本发明穿透器上设有专用的设备接口,潜头与壳体间、分离端盖与壳体间及各模块间分别设有安装螺纹,仪器安装模块为仪器留有安装空间及固定接口。

[0021] 5.本发明的基本原理是采用环绕器携带撞击穿透器对月球进行高速撞击以便将仪器以撞击方式嵌入天体表面。通过撞击穿透小天体,对月球体内部组成和结构开展科学探测,为揭开太阳系形成演化以及探索生命起源提供线索。

[0022] 6.本发明为实现撞击穿透器内部的仪器在撞击后短期生存问题,防护从两个方面展开,一个是器件本体的撞击防护设计,如器件形状力学特性、器件内安装、空填等手段;另一个是器件与穿透器间的撞击防护,主要是缓冲设计。

附图说明

[0023] 图1为本发明的等轴测视图;

[0024] 图2为本发明的主视图;

[0025] 图3为本发明的左视图;

[0026] 图4为本发明的爆炸视图。

[0027] 其中:1为穿透器壳体,2为穿透器潜头,3为尾部分离端盖,4为仪器安装模块,5为缓冲阻尼层,6为潜头减振阻尼结构。

具体实施方式

[0028] 为了使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚,下面结合附图和具体实施例对

本发明进行详细描述。

[0029] 如图1-4所示,本发明提供一种用于月壤探测的高速穿透器结构,包括穿透器壳体1、穿透器潜头2、分离端盖3、仪器安装模块4、缓冲阻尼层5及潜头减振阻尼结构6,其中穿透器壳体1的内壁上设有缓冲阻尼层5、并且内部设有多个用于安装星体探测仪器的仪器安装模块4,所述穿透器壳体1的前端和后端分别与穿透器潜头2和分离端盖3连接,所述穿透器潜头2内设有潜头减振阻尼结构6。

[0030] 所述穿透器潜头2的结构设计可以使穿透器有效的潜入月壤到达预期位置,从而实现月球内部的探测。所述穿透器潜头2为锥体构件,其外部采用流线型结构,以确保弹体的侵彻能力和飞行中的稳定性。内部为中空结构,所述潜头减振阻尼结构6设置于穿透器潜头2的空腔内。本实施例中,所述潜头减振阻尼结构6为填充于穿透器潜头2内部空腔的泡沫铝。所述穿透器潜头2的后部有与穿透器壳体1连接的安装螺纹。

[0031] 所述穿透器潜头2的中空结构采用内弧面,该内弧面以两段圆弧平滑过渡,避免应力集中。所述内弧面顶部位置不超过距弹尖 $h/2-h/3$,既保证穿透器在侵彻过程中弹体头部有足够强度,同时兼顾合适的内腔容积,潜入时减小月壤阻力。

[0032] 所述缓冲阻尼层5和潜头减振阻尼结构6的主要作用是降低侵彻过程中冲击载荷对弹体内部电子元件的损伤,在穿透过程中减缓冲击,保护内部元器件在冲击之后能正常工作。

[0033] 所述穿透器壳体1的壁厚相等,所述穿透器壳体1的前端为与穿透器潜头2一体过渡连接的流线型,后端为外倾结构,所述穿透器壳体1的前端和后端设有用于连接穿透器潜头2和分离端盖3的安装螺纹。

[0034] 所述穿透器壳体1为钛合金加工制造而成的等厚度筒形结构,钛合金具有质量轻、强度高、耐腐蚀性好等特点,壳体壁厚选用弹体抗压/拉分析和抗弯分析的极限壁厚的最大值。末端的阻流设计(外倾结构)可以让穿透器在飞行过程中保持稳定的姿态,同时也可以增加外壳的强度,在下潜的过程中起到保护内部仪器的作用。所述穿透器壳体1的尾部外倾结构还可以使穿透器在撞击后通讯元件维持一个比较好的位姿,同时也可以减缓冲击的效果,保护尾部的通信模块,最大程度减小侧面凹陷。

[0035] 所述仪器安装模块4为穿透器上设备提供安装空间,同时为仪器提供抗热、抗辐照的空间环境保护,并且实现减震缓冲。多个仪器安装模块4之间采用螺纹连接,并在其间设有减振保护层,可以把冲击损伤限制在单个模块内部,最大程度对内部组件进行保护。所述穿透器壳体1内部空隙填充有减震缓冲材料,最大限度上减小冲击对内部元器件的损坏。本实施例中,所述减震缓冲材料采用泡沫铝。

[0036] 各仪器安装模块4之间连接处设置的减振保护层,减轻模块之间冲击振动的传递,尽量把载荷孤立在各个模块的内部。设计时分别计算侵彻过程中的最大轴向和横向过载,然后根据有效载荷所能承受的最大过载阈值以及所选缓冲材料的弹性模量与阻尼系数,以确定轴向和环周向的阻尼层厚度。因冲击过程中轴向冲击载荷为主,故前端缓冲性能要求高于侧壁。

[0037] 所述尾部分离端盖3可以完成与推进器的机械连接与分离,同时也可以为结构模块提供一个密闭缓冲的结构空间。所述分离端盖3与穿透器壳体1的后端螺纹连接,所述分离端盖3的外侧设有用于与推进器连接的机械连接接口,该机械连接接口通过机械分离装

置与推进器连接,以确保穿透器在达到预期位置预期速度后与推进装置快速分离。在弹体侵彻过程中,由于惯性效应,穿透器的分离端盖3将受到恶劣的拉伸载荷作用,因此需要对后盖的螺纹联接进行强度校核。初步设计中不计算螺牙尺寸,所述分离端盖3的直径为112mm,厚度为15mm,所述分离端盖3上的螺纹螺牙为7圈,螺距为2mm。

[0038] 为保障着陆过程中穿透器上设备的安全,穿透器壳体1内部设有减震阻尼层,同时以泡沫铝作为减振材料。泡沫铝具有密度小、缓冲吸能性能好等特点,并且壳体内部设有隔热材料。在与月球表面碰撞过程中,通过压缩孔隙吸收大量能量,保护探测装置在侵彻过程不被破坏。

[0039] 本发明提供的高速穿透器结构基于地面实验与仿真分析的模型交互验证进行优化,包括数值模拟撞击过程、试验分析力学减振性能和尺寸优化,建立最佳的模型,采用数值优化的方法得到的整个结构的最终结构样式。它可以显著提升整个高速穿透器结构的整体刚性和抗振性能。其中穿透器壳体和穿透器潜头为主要承载结构,针对撞击穿透和撞击防护要求,建立了穿透动力学和撞击防护动力学模型,并采用数值仿真进行优化,以达到性能要求;分离端盖通过螺纹与穿透器壳体相连接,并且与推进装置间设有机械分离装置以确保穿透器在达到预期位置预期速度后与推进装置快速分离;穿透器内部安装模块预留足够的空间安装科学探测仪器,为仪器提供一个防辐射、冲击、隔热的空间,便于其撞击后生存;壳体内部安装的强大的减振防护阻尼层设计来支撑其内部仪器在这种速度的撞击下的完整性。

[0040] 本发明以实现小型化智能空间穿透器的高速精确撞击和撞击后短期生存为目标,采用理论、建模与仿真、实验测试相结合的方法,深入分析深空探测领域撞击探测任务的精确制导和撞击防护的需求与要求。并在目标的侵彻深度下尽可能的增加有效载荷容积,同时尽量减小有效的过载,使得穿透器在一定的侵彻角范围内都满足生存要求。

[0041] 以上所述仅为本发明的实施方式,并非用于限定本发明的保护范围。凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换、改进、扩展等,均包含在本发明的保护范围内。

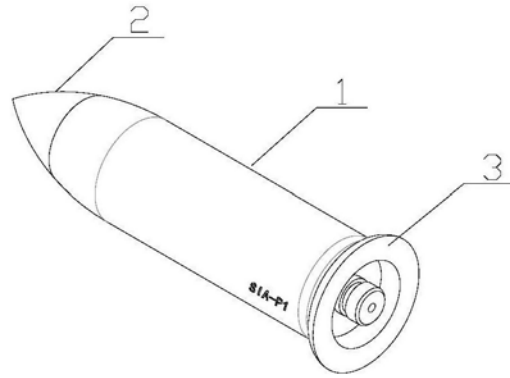


图1

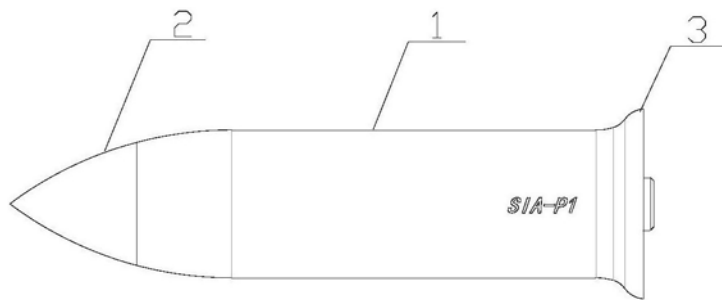


图2

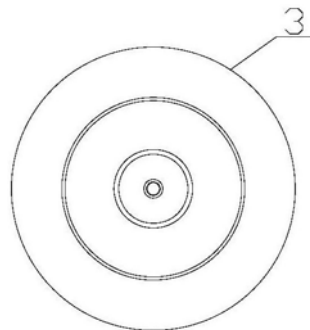


图3

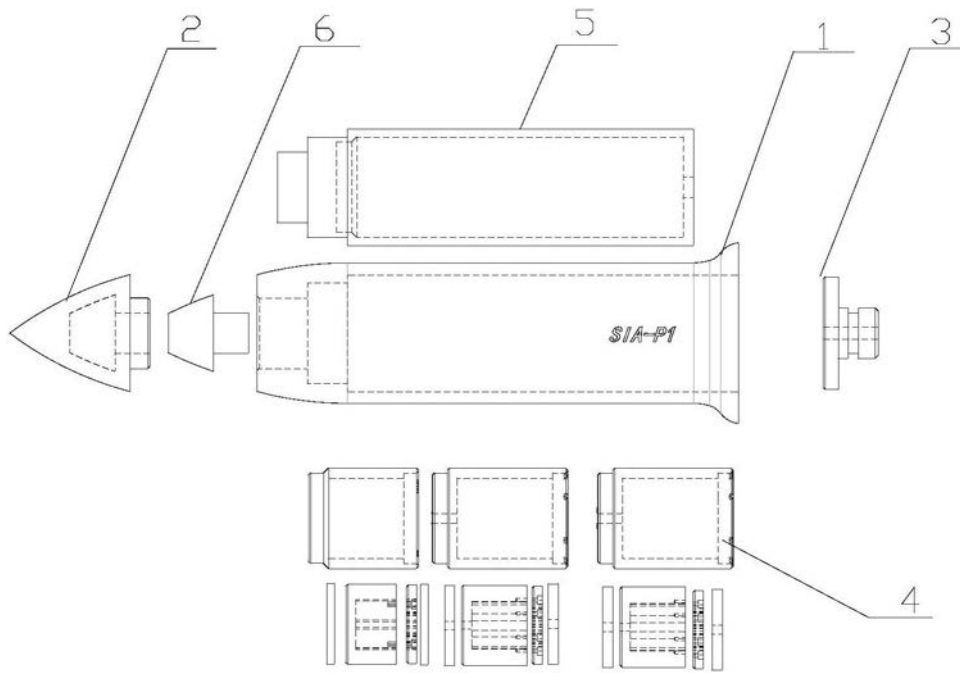


图4