



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102798577 B

(45) 授权公告日 2014. 11. 19

(21) 申请号 201210253924. 3

(22) 申请日 2012. 07. 20

(73) 专利权人 北京卫星制造厂  
地址 100190 北京市海淀区知春路 63 号

(72) 发明人 赵曾 殷参 王国欣 杨帅

(74) 专利代理机构 中国航天科技专利中心  
11009

代理人 臧春喜

(51) Int. Cl.

G01N 3/58 (2006. 01)

审查员 李思源

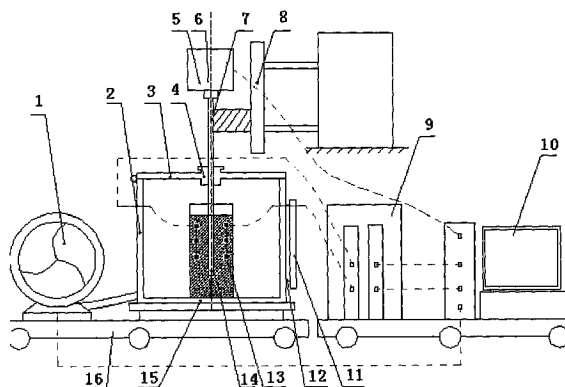
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54) 发明名称

一种模拟月球环境下的切削试验装置

(57) 摘要

本发明公开了一种模拟月球环境下的切削试验装置,采用真空罐模拟月面钻进时的真空环境,采用转进负载模拟月面的结构,并利用绝热技术,更加真实的模拟月球真空环境下绝热钻进负载,在切削过程中对钻取采样进行钻进参数和规程的控制,实现对钻进参数和钻进温度进行监测、采集和分析,确定钻具的温度分布和最高极限温度,通过磁流体密封装置实现了在钻取采样装置钻进过程中的真空密封;采用观察窗实现了真空装置的可视化。本发明还可以拓展应用于其他深空探测的钻取式无人自主采样器的试验与研制,此外在真空密封、精密测量领域,本项目也具有广泛的应用前景。



1. 一种模拟月球环境下的切削试验装置,其特征在于包括:真空泵(1)、真空罐(2)、真空罐盖(3)、动密封(4)、钻进驱动装置(5)、测量芯片(6)、钻具(7)、钻具支撑台架(8)、数据采集系统(9)、控制计算机(10)、观察窗(11)、静密封(12)、温度传感器(13)、钻进负载(14)、加热及恒温装置(15)和支撑平台(16),真空泵(1)与真空罐(2)安装在支撑平台(16)上,真空泵(1)与真空罐(2)相连接为真空罐(2)提供真空动力源,真空罐盖(3)通过铰链结构安装在真空罐(2)顶部,钻进负载(14)设置在真空罐(2)中用于模拟月面月壤和岩石,钻具(7)固定在钻具支撑台架(8)上,钻具(7)的下端穿过真空罐盖(3)并深入真空罐(2)内的钻进负载(14)中,动密封(4)用于钻具(7)与真空罐盖(3)之间的密封,钻进驱动装置(5)安装在钻具(7)的顶部用于为钻具(7)提供驱动力,钻具(7)和钻进负载(14)中均安装有温度传感器(13),钻进驱动装置(5)中安装有测量芯片(6)用于采集钻具(7)中温度传感器(13)的测量信号,观察窗(11)通过静密封(12)安装在真空罐(2)的罐体上用于观测真空罐(2)内的切削进程,加热及恒温装置(15)安装在真空罐(2)底部用于控制真空罐(2)内的温度,安装在钻进负载(14)中的温度传感器(13)输出的测量信号由数据采集系统(9)进行实时采集,安装在钻具(7)中的温度传感器(13)输出的测量信号由钻进测量芯片(6)进行实时采集,控制计算机(10)用于对测量芯片(6)和数据采集系统(9)采集的测量信号进行处理、用于对加热及恒温装置(15)和钻进驱动装置(5)进行控制;

所述钻具(7)由钻头(18)、中空的螺旋钻杆(19)、中空的光轴钻杆(21)和耐高温套(22)组成,钻头(18)安装在螺旋钻杆(19)的一端,螺旋钻杆(19)的另一端与光轴钻杆(21)的一端相连接,光轴钻杆(21)的另一端与钻进驱动装置(5)相连接,中空的螺旋钻杆(19)深入钻进负载(14)中,耐高温套(22)安装在中空的螺旋钻杆(19)与中空的光轴钻杆(21)中并留有间隙从而形成温度传感器导线槽(20),钻头(18)的切削刃位置布置有温度传感器,中空的光轴钻杆(21)与真空罐盖(3)之间通过动密封(4)进行密封。

2. 根据权利要求1所述的一种模拟月球环境下的切削试验装置,其特征在于:所述钻头(18)采用钢材料作为基体,铜焊两排硬质合金柱作为切削刃,切削刃位置布置有温度传感器。

3. 根据权利要求1所述的一种模拟月球环境下的切削试验装置,其特征在于:所述动密封(4)采用磁流体动密封。

4. 根据权利要求1所述的一种模拟月球环境下的切削试验装置,其特征在于:所述钻进驱动装置(5)采用步进电机。

5. 根据权利要求1所述的一种模拟月球环境下的切削试验装置,其特征在于:所述钻进负载(14)由模拟月壤(23)、月壤筒(24)、台钳(25)和岩石(26)组成,月壤筒(24)中盛放模拟月壤(23)和岩石(26),月壤筒(24)底部安装有台钳(25)用于夹住岩石(26)。

## 一种模拟月球环境下的切削试验装置

### 技术领域

[0001] 本项目涉及一种切削试验装置,尤其涉及一种模拟月球环境下的切削试验装置,属于深空探测技术领域。

### 背景技术

[0002] 钻取采样装置作为探月的重要工具,其钻具取芯机构面对的是密实度大深层月壤,钻具与月壤间的相互作用会产生大量的热量;由于真空环境的影响以及月壤的导热性极差,再加之月面采样工作过程是没有切削液干粉钻进,导致钻杆和钻头的温度极高,尤其是对于钻头和非金属软质取芯机构,极有可能导致工作失效甚至无法继续钻进取心。随着我国深空探测的发展与不断深入,钻取式无人自主采样并返回已成为深空探测研究的有效途径及重要目标,采样技术越来越向高可靠、轻量化、高效方向发展,且采样量、采样深度及层理保持特性的需求也逐渐增加。模拟月球环境下的切削试验装置针对我国钻取式无人自主采样装置而研制的重要试验设备,它能够模拟月球环境和等效性的钻进负载,以及在钻进回转过程中实现真空密封,并将钻进参数和温度等数据的监测和控制、钻进切削热特性试验相结合等特点,具有较强的市场竞争力。

### 发明内容

[0003] 本发明需解决的技术问题是:克服现有技术的不足,提供一种模拟月球环境下的切削试验装置,该装置组成简单,操作方便,能够模拟月球真空环境和月面钻进负载的进程。

[0004] 本发明的技术解决方案是:一种模拟月球环境下的切削试验装置,包括:真空泵、真空罐、真空罐盖、动密封、钻进驱动装置、测量芯片、钻具、钻具支撑台架、数据采集系统、控制计算机、观察窗、静密封、温度传感器、钻进负载、加热及恒温装置和支撑平台,真空泵与真空罐安装在支撑平台上,真空泵与真空罐相连接为真空罐提供真空动力源,真空罐盖通过铰链结构安装在真空罐顶部,钻进负载设置在真空罐中用于模拟月面月壤和岩石,钻具固定在钻具支撑台架上,钻具的下端穿过真空罐盖并深入真空罐内的钻进负载中,动密封用于钻具与真空罐盖之间的密封,钻进驱动装置安装在钻具的顶部用于为钻具提供驱动力,钻具和钻进负载中均安装有温度传感器,钻进驱动装置中安装有测量芯片用于采集钻具中温度传感器的测量信号,观察窗通过静密封安装在真空罐的罐体上用于观测真空罐内的切削进程,加热及恒温装置安装在真空罐底部用于控制真空罐内的温度,安装在钻进负载中的温度传感器输出的测量信号由数据采集系统进行实时采集,安装在钻具中的温度传感器输出的测量信号由钻进测量芯片进行实时采集,控制计算机用于对钻进测量芯片和数据采集系统采集的测量信号进行处理、用于对加热及恒温装置和钻进驱动装置进行控制。

[0005] 所述钻具由钻头、中空的螺旋钻杆、中空的光轴钻杆和耐高温套组成,钻头安装在螺旋钻杆的一端,螺旋钻杆的另一端与光轴钻杆的一端相连接,光轴钻杆的另一端与钻进驱动装置相连接,中空的螺旋钻杆深入钻进负载中,耐高温套安装在中空的螺旋钻杆与中

空的光轴钻杆中并留有间隙从而形成温度传感器导线槽,钻头的切削刃位置布置有温度传感器,中空的光轴钻杆与真空罐盖之间通过动密封进行密封,耐高温套用于固定温度传感器贴住钻杆内壁形成温度传感器导线槽。

[0006] 所述钻头采用高强度钢材料作为基体,铜焊两排硬质合金柱作为切削刃,切削刃位置布置有温度传感器。

[0007] 所述动密封采用磁流体动密封。

[0008] 所述钻进驱动装置采用步进电机。

[0009] 所述钻进负载由模拟月壤、月壤筒、台钳和岩石组成,月壤筒中盛放模拟月壤和岩石,月壤筒底部安装有台钳用于夹住岩石。

[0010] 本发明与现有技术相比的优点在于:地面的钻进设备处于大气环境之中,钻进时具有泥浆混合,依赖切削液等特点。而本发明首次提出了在真空和干粉钻进环境中监测钻进切削热特性,采用真空罐模拟月面钻进时的真空环境,采用转进负载模拟月面的结构,并利用绝热技术,更加真实的模拟月球真空环境下绝热钻进负载,在切削过程中对钻取采样进行钻进参数和规程的控制,实现对钻进参数和钻进温度进行监测、采集和分析,确定钻具的温度分布和最高极限温度,通过磁流体密封装置实现了在钻取采样装置钻进过程中的真空密封;采用观察窗实现了真空装置的可视化,具有组成结构简单,操作方便的优点。本发明还可以拓展应用于其他深空探测的钻取式无人自主采样器的试验与研制,此外在真空密封、精密测量领域,本项目也具有广泛的应用前景。

#### 附图说明:

[0011] 图1为本发明的组成结构图;

[0012] 图2为本发明钻具的组成结构图;

[0013] 图3为本发明钻进负载的组成结构图。

#### 具体实施方式

[0014] 下面结合附图和具体实施方式对本发明做进一步详细的描述。

[0015] 如图1所示,本发明真空泵1、真空罐2、真空罐盖3、动密封4、钻进驱动装置5、测量芯片6、钻具7、钻具支撑台架8、数据采集系统9、控制计算机10、观察窗11、静密封12、温度传感器13、钻进负载14、加热及恒温装置15和支撑平台16,真空泵1与真空罐2安装在支撑平台17上,真空泵1与真空罐2相连接为真空罐2提供真空动力源,真空罐盖3通过铰链结构安装在真空罐2顶部,钻进负载14设置在真空罐2中用于模拟月面月壤和岩石,钻具7固定在钻具支撑台架8上,钻具7的下端穿过真空罐盖3并深入真空罐2内的钻进负载14中,动密封4用于钻具7与真空罐盖3之间的密封,钻进驱动装置5安装在钻具7的顶部用于为钻具7提供驱动力,钻具7和钻进负载14中均安装有温度传感器13,钻进驱动装置5中安装有测量芯片6用于采集钻具7中温度传感器13的测量信号,观察窗11通过静密封12安装在真空罐2的罐体上用于观测真空罐2内的切削进程,加热及恒温装置16安装在真空罐2底部用于控制真空罐2内的温度,安装在钻进负载14中的温度传感器13输出的测量信号由数据采集系统9进行实时采集,安装在钻具7中的温度传感器13输出的测量信号由测量芯片6进行实时采集,控制计算机10用于对钻进测量芯片6和数据采集系

统 9 采集的测量信号进行处理、用于对加热及恒温装置 16 和钻进驱动装置 5 进行控制。

[0016] 如图 2 所示, 钻具 7 由钻头 18、中空的螺旋钻杆 19、中空的光轴钻杆 21 和耐高温套 22 组成, 钻头 18 安装在螺旋钻杆 19 的一端, 螺旋钻杆 19 的另一端与光轴钻杆 21 的一端相连接, 光轴钻杆 21 的另一端与钻进驱动装置 5 相连接, 中空的螺旋钻杆 19 深入钻进负载 14 中, 耐高温套 22 安装在中空的螺旋钻杆 19 与中空的光轴钻杆 21 中并留有间隙从而形成温度传感器导线槽 20, 导线沿温度传感器布线槽 20 连接至测量芯片 6, 钻头 18 的切削刃位置布置有 4 个温度传感器, 中空的光轴钻杆 21 与真空罐盖 3 之间通过动密封 4 进行密封, 使得钻具在回转和往复进给时, 满足动密封的要求, 耐高温套 22 用于固定温度传感器贴住钻杆内壁形成温度传感器导线槽。

[0017] 钻头 18 采用高强度钢材料作为基体, 铜焊两排硬质合金柱作为切削刃, 切削刃位置布置有温度传感器。

[0018] 动密封 4 采用磁流体动密封。

[0019] 钻进驱动装置 5 采用步进电机。

[0020] 如图 3 所示, 钻进负载 14 由模拟月壤 23、月壤筒 24、台钳 25 和岩石 26 组成, 月壤筒 24 中盛放模拟月壤 23 和岩石 26, 月壤筒 29 底部安装有台钳 25 用于夹住岩石 26。模拟月壤 23 中离钻具 7 大概 30mm 处预埋入温度传感器 13, 目的在于监测模拟月壤 23 中温度场的分布; 台钳 25 与岩石 26 接触面均匀安装 10 个温度传感器。

[0021] 本发明的工作原理是:

[0022] (1) 将月壤筒 24 固定在真空罐 2 底部, 月壤筒 24 底部用台钳 25 固定岩石 26, 上层铺设密实模拟月壤 23, 并布置温度传感器 13;

[0023] (2) 将已布置好温度传感器的螺旋钻杆 19 与已安装在真空罐盖 3 上的磁流体动密封 4 中的光轴钻杆 21 对接, 并保证同轴度;

[0024] (3) 关闭真空罐盖 3 并密封;

[0025] (4) 将光轴钻杆 21 与钻进驱动装置 5 对接, 并保证同轴度;

[0026] (5) 控制计算机 10 控制加热及恒温装置 16 工作, 将真空罐 2 内部加热到试验所需温度, 实时监测罐内温度, 在试验过程中保持真空罐环境温度;

[0027] (6) 控制计算机 10 控制真空泵 1 对真空罐 2 抽真空, 将真空罐内 2 抽到试验所需的真空度, 实时监测罐内真空度, 试验过程中保持真空罐内的真空环境;

[0028] (7) 控制计算机 10 控制钻进驱动装置 5 工作, 驱动钻具 7 下钻, 钻头 18、模拟月壤 23 和岩石 26 中的温度传感器传输采集到的温度数据;

[0029] (8) 测试结束后, 待真空罐 2 的温度和真空度恢复常态后, 打开真空罐 2, 将记录温度数据的测量芯片 6 取出, 在控制计算机 10 上读取芯片中存储的温度数据;

[0030] (9) 控制计算机 10 对测量芯片 6 采集的温度数据和数据采集系统 9 采集的温度数据进行分析处理, 得出模拟月壤 23、岩石 26 和钻具 7 尤其是钻头 18 的温度场分布。

[0031] 本发明未详细描述内容为本领域技术人员公知技术。

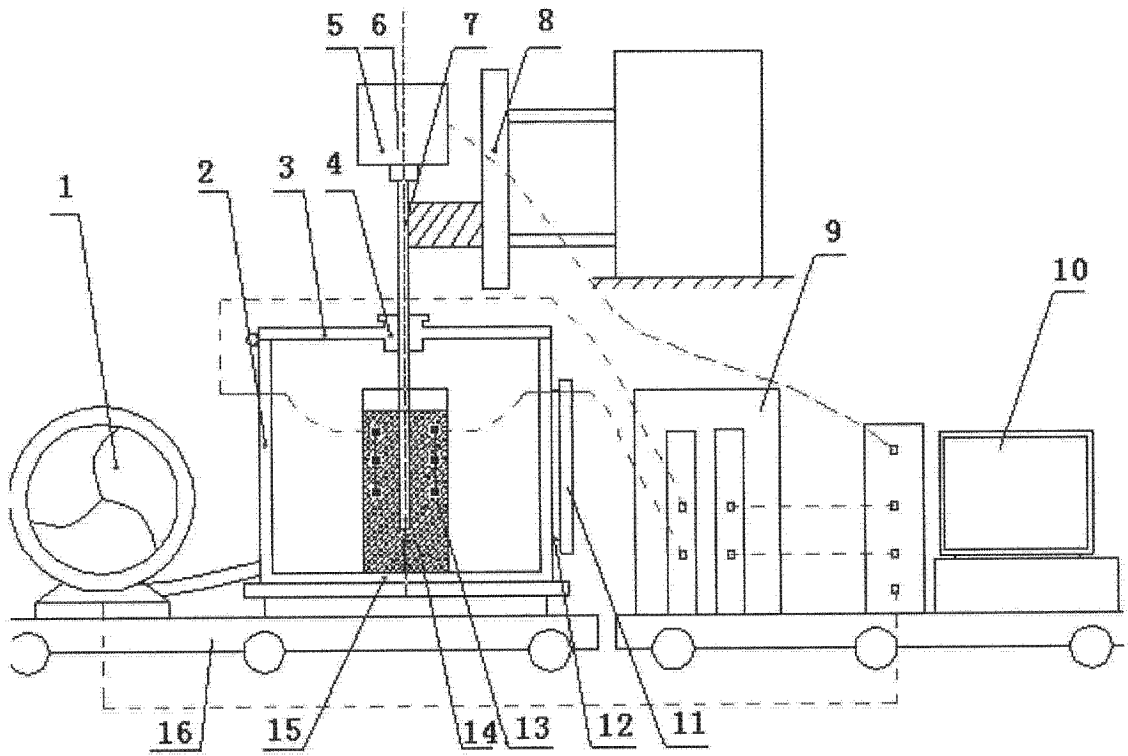


图 1

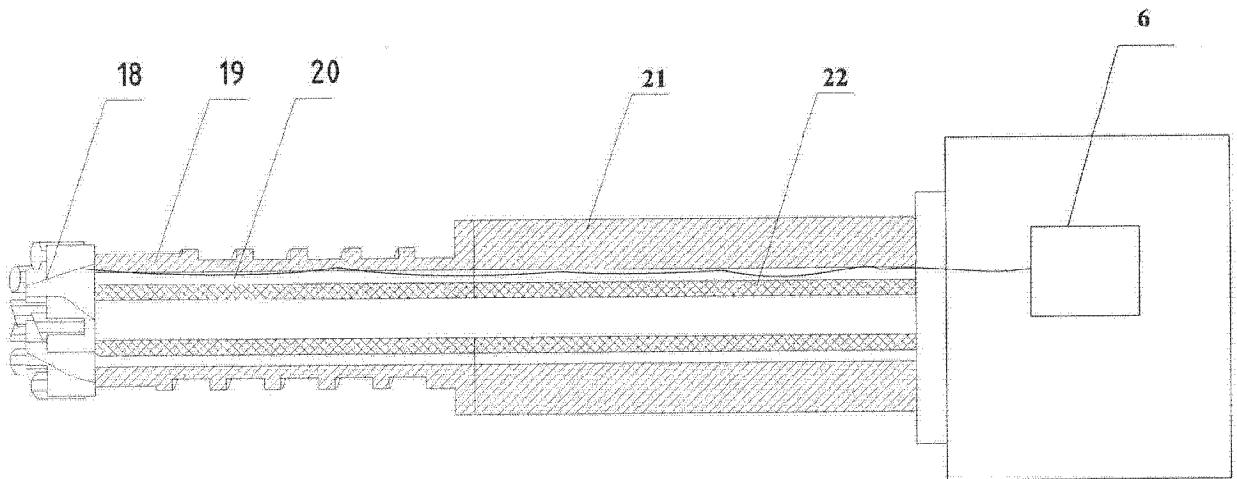


图 2

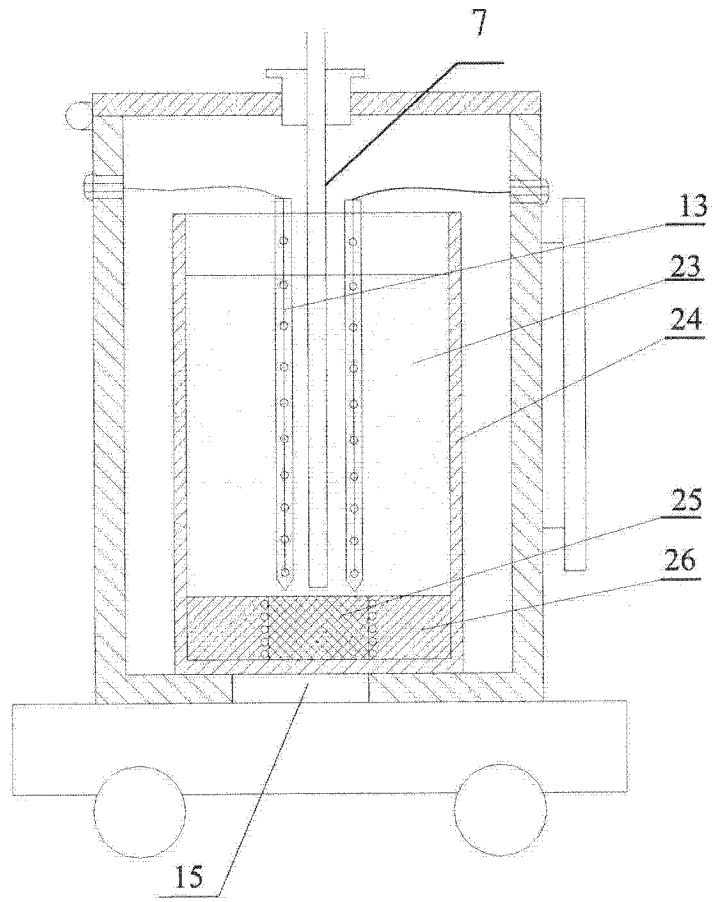


图 3