



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112518327 A

(43) 申请公布日 2021.03.19

(21) 申请号 202011281667.5

(22) 申请日 2020.11.16

(71) 申请人 上海航天化工应用研究所  
地址 201109 上海市闵行区中春路1777号

(72) 发明人 陈碧峰 董伟雄 徐伟 蔡志华  
李艳青 余泽辉 李宇 朱新根  
张若曦 胡小武

(74) 专利代理机构 中国航天科技专利中心  
11009

代理人 马全亮

(51) Int. Cl.  
B23P 23/02 (2006.01)

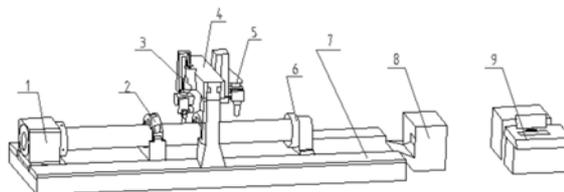
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

一种固体火箭发动机解剖装置及方法

(57) 摘要

一种固体火箭发动机解剖装置及方法,包括旋转单元、工件夹持单元、壳体及绝热层解剖单元、支架、推进剂解剖单元、尾部夹持单元、底座、冷却循环单元、控制系统。旋转单元固定在底座一端,工件夹持单元、支架与尾部夹持单元安装在底座导轨上,可沿导轨左右移动,壳体及绝热层解剖单元与推进剂解剖单元安装在支架导轨上,可沿导轨上下移动,旋转单元、工件夹持单元以及尾部夹持单元三者的旋转中心处于同一轴线,冷却循环单元通过管路连接至支架上,控制系统通过线缆连接各组件的电力元件;方法通过在控制系统中编程入工艺流程,远程控制现场解剖装置各组件完成预设动作。本发明通过远控方式,解决解剖过程中的安全风险,适用于固体火箭发动机带药解剖。



1. 一种固体火箭发动机解剖装置,其特征在于:包括旋转单元(1)、工件夹持单元(2)、壳体及绝热层解剖单元(3)、支架(4)、推进剂解剖单元(5)、尾部夹持单元(6)、底座(7)、冷却循环单元(8)以及控制系统(9);

所述旋转单元(1)固定在底座(7)上,在控制系统(9)的控制下带动产品旋转;底座(7)上设置有水平导轨,用于夹持产品的工件夹持单元(2)安装在所述水平导轨上,可沿水平导轨移动;支架(4)安装在底座(7)水平导轨上,可沿水平导轨移动,支架(4)上设置有垂直导轨,壳体及绝热层解剖单元(3)安装在支架(4)的垂直导轨上,可沿垂直导轨上下移动,在控制系统(9)的控制下对产品进行解剖;

所述推进剂解剖单元(5)安装在支架(4)的垂直导轨上,可沿垂直导轨上下移动,在控制系统(9)的控制下对产品推进剂进行解剖;

用于夹持工件尾部的尾部夹持单元(6)安装在底座(7)水平导轨上,可沿水平导轨移动;

所述冷却循环单元(8)由液箱、液体泵、管路和阀门组成,通过管路连接至支架(4)上,用于解剖过程中的冷却。

2. 根据权利要求1所述的一种固体火箭发动机解剖装置,其特征在于:旋转单元(1)包括步进电机、齿轮减速箱以及三爪卡盘,步进电机输出经过减速齿轮传导至三爪卡盘,再通过三爪卡盘带动产品旋转;步进电机通过控制系统(9)产生的PLC控制信号进行控制。

3. 根据权利要求1所述的一种固体火箭发动机解剖装置,其特征在于:底座(7)上的水平导轨沿底座(7)的长度方向设置,且与固定好的产品平行。

4. 根据权利要求1所述的一种固体火箭发动机解剖装置,其特征在于:所述工件夹持单元(2)为上下开合式结构,下部分安装在底座(7)导轨上,可沿导轨往复移动,上部分通过活页结构相对下部分 $0\sim 150^{\circ}$ 转动,内侧有呈三角排列的可调距离支撑轮,以适应夹持不同直径产品且能随产品转动。

5. 根据权利要求1所述的一种固体火箭发动机解剖装置,其特征在于:壳体及绝热层解剖单元(3)包括伺服电机、减速机、立式铣刀以及红外温度监测装置;伺服电机输出经过减速机传导带动立式铣刀旋转,对产品进行解剖;所述伺服电机通过控制系统(9)产生的PLC控制信号进行控制;所述红外温度检测装置包括红外测温探头,用于解剖过程的温度实时监控,并在控制系统(9)的控制下具备超温报警停机联动功能。

6. 根据权利要求1所述的一种固体火箭发动机解剖装置,其特征在于:推进剂解剖单元(5)包括步进电机、减速机、铡刀以及滑块,其中滑块安装在铡刀两侧,与支架(4)上的垂直导轨配合,步进电机经过减速机传导带动铡刀沿垂直导轨上下运动;所述步进电机通过PLC控制信号。

7. 根据权利要求1所述的一种固体火箭发动机解剖装置,其特征在于:所述底座(7)上的水平导轨,水平度在每米行程内小于 $0.02\text{mm}$ ,在全行程内小于 $0.06\text{mm}$ 。

8. 一种基于权利要求1所述的固体火箭发动机解剖装置实现的发动机解剖方法,其特征在于,包括以下步骤:

- (1) 将发动机吊装至解剖装置上并夹紧头尾部,并用工件夹持单元(2)进行支撑固定;
- (2) 在发动机上对解剖位置进行划线,并对划线部位壳体进行测厚;
- (3) 通过控制系统(9)控制旋转单元(1)带动发动机旋转,确定转动平稳无跳动;

- (4) 通过控制系统 (9) 控制壳体及绝热层解剖单元 (3) 完成发动机壳体解剖；
- (5) 发动机壳体完成解剖后等待设定时间；
- (6) 通过控制系统 (9) 控制壳体及绝热层解剖单元 (3) 完成绝热层解剖；
- (7) 绝热层完成解剖后等待设定时间；
- (8) 通过控制系统 (9) 控制推进剂解剖单元 (5) 完成推进剂解剖；
- (9) 推进剂完成解剖后等待设定时间；
- (10) 将发动机已解剖段包装吊装并转移至下道工序。

## 一种固体火箭发动机解剖装置及方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及机加工领域,具体涉及固体火箭发动机带药解剖分解领域。

### 背景技术

[0002] 固体火箭发动机为导弹武器系统提供动力源,由壳体、绝热层、推进剂等组成。

[0003] 固体火箭发动机开展延寿试验可以更好地分析长时间储存装药性能的变化情况,摸清装药的老化规律,得到推进剂的理化性能以及与初始状态对比的变化情况,从而准确地预测推进剂的贮存寿命可以避免过早地销毁或更换导弹发动机所造成的巨大浪费,同时又可以避免因过迟更换所带来的严重后果。延寿试验需要取得发动机内部推进剂,则必须对发动机壳体、绝热层、推进剂进行解剖,但由于推进剂的危险性,解剖过程的意外燃烧或爆炸风险很大,必须实现人与作业现场的隔离操作。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的在于:克服现有技术的不足,提出一种固体火箭发动机解剖装置及方法,实现固体火箭发动机解剖的远程隔离操作,解决解剖过程中的安全风险。

[0005] 本发明采用的技术方案为:

[0006] 一种固体火箭发动机解剖装置,包括旋转单元(1)、工件夹持单元(2)、壳体及绝热层解剖单元(3)、支架(4)、推进剂解剖单元(5)、尾部夹持单元(6)、底座(7)、冷却循环单元(8)以及控制系统(9);

[0007] 所述旋转单元(1)固定在底座(7)上,在控制系统(9)的控制下带动产品旋转;底座(7)上设置有水平导轨,用于夹持产品的工件夹持单元(2)安装在所述水平导轨上,可沿水平导轨移动;支架(4)安装在底座(7)水平导轨上,可沿水平导轨移动,支架(4)上设置有垂直导轨,壳体及绝热层解剖单元(3)安装在支架(4)的垂直导轨上,可沿垂直导轨上下移动,在控制系统(9)的控制下对产品进行解剖;

[0008] 所述推进剂解剖单元(5)安装在支架(4)的垂直导轨上,可沿垂直导轨上下移动,在控制系统(9)的控制下对产品推进剂进行解剖;

[0009] 用于夹持工件尾部的尾部夹持单元(6)安装在底座(7)水平导轨上,可沿水平导轨移动;

[0010] 所述冷却循环单元(8)由液箱、液体泵、管路和阀门组成,通过管路连接至支架(4)上,用于解剖过程中的冷却。

[0011] 进一步的,旋转单元(1)包括步进电机、齿轮减速箱以及三爪卡盘,步进电机输出经过减速齿轮传导至三爪卡盘,再通过三爪卡盘带动产品旋转;步进电机通过控制系统(9)产生的PLC控制信号进行控制。

[0012] 进一步的,底座(7)上的水平导轨沿底座(7)的长度方向设置,且与固定好的产品平行。

[0013] 进一步的,所述工件夹持单元(2)为上下开合式结构,下部分安装在底座(7)导轨

上,可沿导轨往复移动,上部分通过活页结构相对下部分 $0\sim 150^{\circ}$ 转动,内侧有呈三角排列的可调距离支撑轮,以适应夹持不同直径产品且能随产品转动。

[0014] 进一步的,壳体及绝热层解剖单元(3)包括伺服电机、减速机、立式铣刀以及红外温度监测装置;伺服电机输出经过减速机传导带动立式铣刀旋转,对产品进行解剖;所述伺服电机通过控制系统(9)产生的PLC控制信号进行控制;所述红外温度检测装置包括红外测温探头,用于解剖过程的温度实时监控,并在控制系统(9)的控制下具备超温报警停机联动功能。

[0015] 进一步的,推进剂解剖单元(5)包括步进电机、减速机、铡刀以及滑块,其中滑块安装在铡刀两侧,与支架(4)上的垂直导轨配合,步进电机经过减速机传导带动铡刀沿垂直导轨上下运动;所述步进电机通过PLC控制信号。

[0016] 进一步的,所述底座(7)上的水平导轨,水平度在每米行程内小于 $0.02\text{mm}$ ,在全行程内小于 $0.06\text{mm}$ 。

[0017] 进一步的,所述控制系统包括变频器、PLC等电气元器件,以及计算机系统。

[0018] 进一步的,所述固体火箭发动机解剖装置必须可靠接地,接地电阻不大于 $4\Omega$ 。

[0019] 进一步的,所述固体火箭发动机解剖装置各个电机符合Exd II BT4以上隔爆等级。

[0020] 进一步的,本发明还提出一种发动机解剖方法,包括以下步骤:

[0021] (1)将发动机吊装至解剖装置上并夹紧头尾部,并用工件夹持单元(2)进行支撑固定;

[0022] (2)在发动机上对解剖位置进行划线,并对划线部位壳体进行测厚;

[0023] (3)通过控制系统(9)控制旋转单元(1)带动发动机旋转,确定转动平稳无跳动;

[0024] (4)通过控制系统(9)控制壳体及绝热层解剖单元(3)完成发动机壳体解剖;

[0025] (5)发动机壳体完成解剖后等待设定时间;

[0026] (6)通过控制系统(9)控制壳体及绝热层解剖单元(3)完成绝热层解剖;

[0027] (7)绝热层完成解剖后等待设定时间;

[0028] (8)通过控制系统(9)控制推进剂解剖单元(5)完成推进剂解剖;

[0029] (9)推进剂完成解剖后等待设定时间;

[0030] (10)将发动机已解剖段包装吊装并转移至下道工序。

[0031] 本发明与现有技术相比带来的有益效果为:

[0032] (1)本发明解剖装置和方法实现了固体火箭发动机解剖的远程隔离操作,解决解剖过程中的安全风险。

[0033] (2)本发明方法将解剖火箭发动机分为远程操作的三个步骤,分别为解剖壳体、解剖绝热层、解剖推进剂。每个步骤中间均需要设置安全等待时间且确认安全,防止解剖过程的意外燃烧或爆炸风险。在解剖过程中能够实现人与作业现场的隔离操作。

[0034] (3)本发明通过远控方式,解决解剖过程中的安全风险,适用于固体火箭发动机带药解剖。

## 附图说明

[0035] 图1为固体火箭发动机解剖装置的示意图;

[0036] 图2为固体火箭发动机解剖过程的流程简图;

## 具体实施方式

[0037] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0038] 如图1所示,本发明提供了一种固体火箭发动机解剖装置,包括旋转单元1、工件夹持单元2、壳体及绝热层解剖单元3、支架4、推进剂解剖单元5、尾部夹持单元6、底座7、冷却循环单元8以及控制系统9。

[0039] 所述旋转单元1固定在底座7上,在控制系统9的控制下带动产品旋转;底座7上设置有水平导轨,用于夹持产品的工件夹持单元2安装在所述水平导轨上,可沿水平导轨移动;支架4安装在底座7水平导轨上,可沿水平导轨移动,支架4上设置有垂直导轨,壳体及绝热层解剖单元3安装在支架4的垂直导轨上,可沿垂直导轨上下移动,在控制系统9的控制下对产品进行解剖;

[0040] 所述推进剂解剖单元5安装在支架4的垂直导轨上,可沿垂直导轨上下移动,在控制系统9的控制下对产品推进剂进行解剖;

[0041] 用于夹持工件尾部的尾部夹持单元6安装在底座7水平导轨上,可沿水平导轨移动;

[0042] 所述冷却循环单元8由液箱、液体泵、管路和阀门组成,通过管路连接至支架4上,用于解剖过程中的冷却。

[0043] 优选的,旋转单元1包括步进电机、齿轮减速箱以及三爪卡盘,步进电机输出经过减速齿轮传导至三爪卡盘,再通过三爪卡盘带动产品旋转;步进电机通过控制系统9产生的PLC控制信号进行控制。

[0044] 优选的,底座7上的水平导轨沿底座7的长度方向设置,且与固定好的产品平行。

[0045] 优选的,所述工件夹持单元2为上下开合式结构,下部分安装在底座7导轨上,可沿导轨往复移动,上部分通过活页结构相对下部分 $0\sim 150^\circ$ 转动,内侧有呈三角排列的可调距离支撑轮,以适应夹持不同直径产品且能随产品转动。

[0046] 优选的,壳体及绝热层解剖单元3包括伺服电机、减速机、立式铣刀以及红外温度监测装置;伺服电机输出经过减速机传导带动立式铣刀旋转,对产品进行解剖;所述伺服电机通过控制系统9产生的PLC控制信号进行控制;所述红外温度检测装置包括红外测温探头,用于解剖过程的温度实时监控,并在控制系统9的控制下具备超温报警停机联动功能。

[0047] 优选的,推进剂解剖单元5包括步进电机、减速机、铡刀以及滑块,其中滑块安装在铡刀两侧,与支架4上的垂直导轨配合,步进电机经过减速机传导带动铡刀沿垂直导轨上下运动;所述步进电机通过PLC控制信号。

[0048] 优选的,所述底座7上的水平导轨,水平度在每米行程内小于 $0.02\text{mm}$ ,在全行程内小于 $0.06\text{mm}$ 。

[0049] 本发明中固体火箭发动机解剖装置必须可靠接地,接地电阻不大于 $4\Omega$ 。

[0050] 本发明中所述固体火箭发动机解剖装置各个电机符合Exd II BT4以上隔爆等级。

[0051] 利用本发明的固体火箭发动机解剖装置进行解剖时,其步骤如图2所示:

[0052] 1) 将发动机吊装至解剖装置上,头部、尾部用旋转单元1的三爪卡盘进行固定,安装好工件夹持单元2,调节支撑轮固定发动机;

[0053] 2) 在发动机上对解剖位置进行划线,并对划线部位壳体进行测厚,记录厚度值为后续壳体解剖深度参数提供参考;

[0054] 3) 在控制系统9上进行操作,远程控制旋转机构带动发动机旋转,确定转动平稳无跳动;

[0055] 4) 在控制系统9上设定壳体解剖深度、铣刀转速、铣刀进给速度、发动机旋转速度、解剖停止条件等参数,并操作使铣刀到达解剖位置,启动装置,壳体及绝热层解剖单元3完成壳体解剖;

[0056] 5) 壳体完成解剖后等待30min以上,进入现场确认;

[0057] 6) 在控制系统上设定绝热层解剖深度参数、铣刀转速、铣刀进给速度、发动机旋转速度、解剖停止条件等参数,启动装置,壳体及绝热层解剖单元13完成绝热层解剖;

[0058] 7) 绝热层完成解剖后等待30min以上,进入现场确认;

[0059] 8) 在控制系统9上设定推进剂下侧深度、下侧速度、回升速度、解剖停止条件等参数,并操作使侧刀到达解剖位置,启动装置,推进剂解剖单元14完成推进剂解剖;

[0060] 9) 推进剂完成解剖后等待30min以上,进入现场确认;

[0061] 10) 将发动机已解剖段用导静电袋包装后,吊装,并转移至下道工序。

[0062] 本发明方法将解剖火箭发动机分为远程操作的三个步骤,分别为解剖壳体、解剖绝热层、解剖推进剂。每个步骤中间均需要设置安全等待时间且确认安全,防止解剖过程的意外燃烧或爆炸风险。在解剖过程中能够实现人与作业现场的隔离操作。

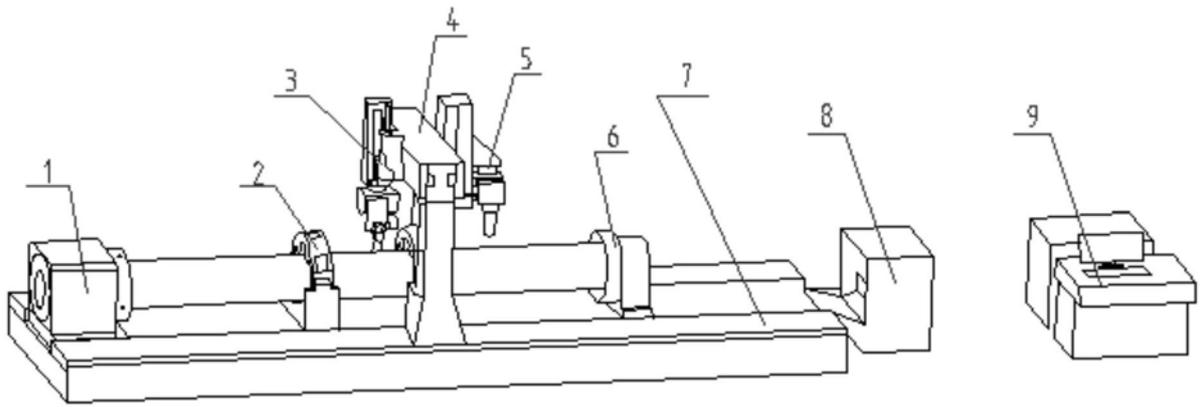


图1

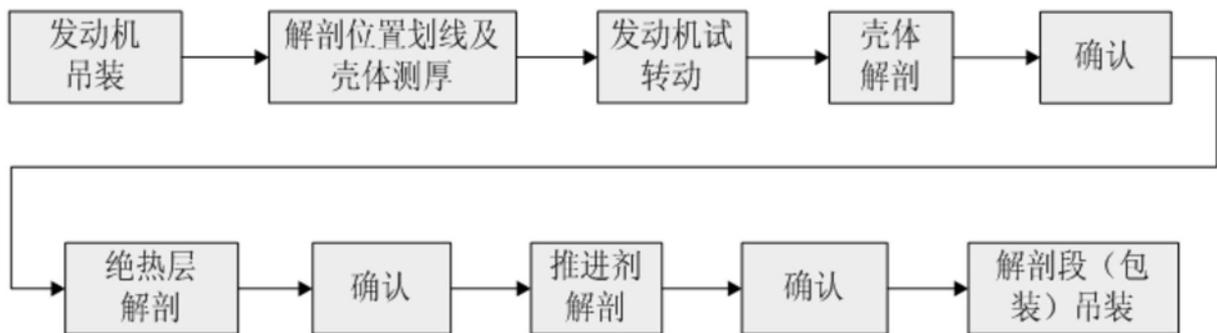


图2