



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105510117 A

(43) 申请公布日 2016. 04. 20

(21) 申请号 201510927673. 6

(22) 申请日 2015. 12. 14

(71) 申请人 北京科技大学

地址 100083 北京市海淀区学院路 30 号

(72) 发明人 孙冬柏 王美玲 八木晃一 冯强

陆永浩

(74) 专利代理机构 北京金智普华知识产权代理

有限公司 11401

代理人 皋吉甫

(51) Int. Cl.

G01N 3/02(2006. 01)

G01N 3/08(2006. 01)

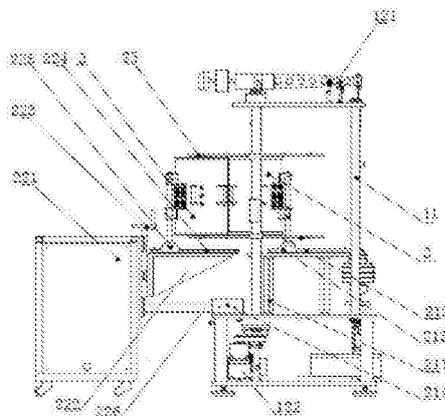
权利要求书2页 说明书6页 附图4页

(54) 发明名称

一种长时连续工作蠕变持久试验机

(57) 摘要

一种长时连续工作蠕变持久试验机,所述试验机包括:长寿命设计机械式蠕变持久加载主机、加热炉故障更换设备与双炉丝加热炉,所述长寿命设计机械式蠕变持久加载主机电器部件采用双功能冗余设计,保证加载机构的长时连续工作。所述双炉丝加热分为试验加热炉和备用加热炉,所述试验加热炉设置于长寿命设计机械式蠕变持久加载主机上,所述备用加热炉设置于所述加热炉故障更换设备上,本发明的特点在于:蠕变持久试验机因电器元件或加热炉故障发生试验中断时,在保证原有温度、载荷的前提下,可快速的进行故障元件及故障加热炉的更换,在标准要求的载荷、温度波动范围内保证试验机的连续工作,从而无限次地提高蠕变持久试验机的工作寿命。



1. 一种长时连续工作蠕变持久试验机,其特征在于,所述试验机包括:长寿命设计机械式蠕变持久加载主机、加热炉故障更换设备与双炉丝加热炉,所述长寿命设计机械式蠕变持久加载主机电器部件采用双功能冗余设置,保证加载机构的长时连续工作,所述双炉丝加热炉分为试验加热炉和备用加热炉,所述试验加热炉设置于长寿命设计机械式蠕变持久加载主机上,所述备用加热炉设置于所述加热炉故障更换设备上,所述加热炉故障更换设备通过备用炉车和托架导轨定位设计,在加热炉发生故障时在标准允许的温度偏差内完成加热炉的更换,保证加热炉的长时连续工作。

2. 根据权利要求1所述的试验机,其特征在于,所述长寿命设计机械式蠕变持久加载主机包括:主机框架、调平机构,所述调平组件包括调平开关和杠杆调平装置,所述调平开关设置于所述主机框架顶部,所述杠杆调平装置设置于所述主机框架底部,所述调平开关为杠杆调平装置的控制系統,所述调平开关包括光电开关和机械开关。

3. 根据权利要求2所述的试验机,其特征在于,所述加热炉故障更换设备包括:试验炉组件、备用炉组件与保温装置。

4. 根据权利要求3所述的试验机,其特征在于,所述试验炉组件包括:炉架、第一导轨、第一炉座、炉车定位扣,所述炉架设置于所述主机框架上,所述第一导轨设置于所述炉架上,所述第一炉座设置于所述第一导轨上并与所述第一导轨配合,所述炉车定位扣设置于所述主机框架上用于与所述备用炉组件连接。

5. 根据权利要求4所述的试验机,其特征在于,所述备用炉组件包括:备用炉车、升降台、升降手柄、第二导轨、第二炉座与炉车定位杆,所述备用炉车下方设有行走轮,所述升降手柄与升降台设置于所述备用炉车一侧,所述升降手柄控制所述升降台的升降,所述第二导轨设置于所述升降台上,所述第二炉座设置于所述第二导轨上并与所述第二导轨配合,所述炉车定位杆设置于所述备用炉车一侧,与试验炉组件的炉车定位扣连接以固定炉车。

6. 根据权利要求5所述的试验机,其特征在于,所述保温装置设置于加热炉上、下两端。

7. 根据权利要求1所述的试验机,其特征在于,所述双丝加热炉分别设置于所述第一炉座和第二炉座上,所述双丝加热炉炉体为对开式结构并可沿中线分为两半圆筒状结构,所述加热炉包括:炉盖、端盖、炉壳、对开机构、炉管、炉丝组件和炉衬,所述炉盖为半圆形,所述炉壳上下两端均设置所述炉盖,所述端盖固定于所述炉盖上,所述炉衬包覆于所述炉管内侧,所述炉壳包覆于所述炉衬表面,所述炉丝组件与所述炉管连接;

所述对开机构包含把手、锁扣、折页、轴套、折页轴,所述折页将两个半圆柱炉体连为一体,所述轴套安装在折页上,所述折页轴插入所述折页上的轴套中,所述把手和锁扣安装于相反于所述折页一侧的炉壳上。

8. 根据权利要求7所述的试验机,其特征在于,所述炉管包含外马弗管和内马弗管,所述外马弗管安装在所述上下端盖之间,所述内马弗管粘接在外马弗管的内侧,所述内、外马弗管内侧设有螺旋槽。

9. 根据权利要求7所述的试验机,其特征在于,所述炉丝组件包括第一加热丝组、第二加热丝组、第三加热丝组、内电极、外电极、内电极板、外电极板、端座和电极罩,所述双丝加热炉通过试验加热丝和备用加热丝双炉丝设计以保证加热炉的长时连续工作,所述第一加热丝组、第二加热丝组、第三加热丝组均设有两组加热丝并分别绕制在外马弗管和内马弗管内侧螺旋槽内的上、中、下部,所述第一加热丝组、第二加热丝组、第三加热丝组的加热丝

分别与内、外电极连接,所述内、外电极安装在内、外电极板上,所述端座安装在炉壳上,所述电极罩安装在端座上。

10.根据权利要求7所述的试验机,其特征在于,所述炉衬包括:对流空气层和保温层,所述保温层靠近所述内马弗管,所述对流空气层靠近所述炉壳,所述保温层为高温纤维保温材料,所述对流空气层为空腔,所述对流空气层与保温层之间设置有内衬板。

一种长时连续工作蠕变持久试验机

技术领域

[0001] 本发明属金属材料力学性能特别是10万小时以上长时连续蠕变持久性能测试分析领域,具体涉及一种长时连续工作蠕变持久试验机。

背景技术

[0002] 固体材料在一定温度下,保持应力不变时,应变随时间延长而增加的现象称为蠕变。材料的蠕变行为是时间、应力、温度共同作用的结果,只要作用的时间足够长,蠕变在应力远小于弹性极限时也能出现。同样,材料的蠕变行为在低温下也会发生,但只有达到一定的温度才能变得显著,该温度称为材料的蠕变温度。各种金属材料的蠕变温度约为 $0.3T_m$ (T_m 为熔化温度,以热力学温度表示),对于一些低熔点金属如铅、锡等,温室下就会发生蠕变。因此,对于能源、石油化工、航空航天领域长时高温受载条件下工作的构件,蠕变损伤是其主要的失效形式,材料的蠕变寿命是材料研发、构件设计、寿命预测和可靠性评估必须参考的基本高温力学性能之一。

[0003] 1905年英国菲利普斯(F. Philips)首先观察到金属丝的蠕变现象,1910年英国安德雷德(E.N.da C.Andrade)实验证实几种纯金属也具有相同的蠕变特点,但直到1922年英国迪肯森(Dickenson)发表了钢的蠕变试验结果后,人们才开始认识到高温承载下金属构件均会发生蠕变,尽管其所承受的应力要比该温度下构件材料的屈服强度低得多,蠕变试验研究从此受到重视。早期研究发现,在一定的温度和应力作用下,金属材料的蠕变变形随时间的延长而增加,研究者根据其建立起了蠕变变形和时间的关系曲线。随后,又发展了材料在一定温度下应力与时间的关系曲线,及蠕变断裂曲线(我国称持久强度曲线),并将 10^5 h蠕变断裂时所对应的应力,称为材料的蠕变断裂强度或持久强度极限,规定其为高温结构材料设计的依据。

[0004] 持久强度极限是衡量高温结构材料长时应力作用下抗塑性断裂能力的一种高温强度特性指标,其作为结构材料高温性能评价和高温部件设计时材料选择标准对工程材料的设计和使用有着非常重要的工程意义。但在20世纪30年代,材料一定温度下的蠕变断裂试验不可能连续进行 10^5 h,材料的持久强度极限很难通过试验实测获得。因此,20世纪50年代起,研究者陆续提出了各种高温结构材料持久强度外推方法,这些就是高温结构材料寿命评估技术的原型。随着科学技术的不断发展,大量 10^5 h甚至 2×10^5 h蠕变断裂数据的出现,科研尤其是工程技术人员对外推方法进行了不断的检验、分析总结和优化,形成了现有的高温结构材料蠕变寿命评估方法体系:持久强度模型(等温外推模型,时间-温度参数模型,Robinson寿命消耗模型)、蠕变变形模型(θ 预测法,蠕变曲线外推)以及基于断裂力学的蠕变损伤开裂和裂纹扩展模型。等温外推模型属经验公式,只适用于蠕变过程中不存在组织结构变化的情况,可靠性非常低。

[0005] 2009年我国颁布实施的“中华人民共和国电力行业标准DL/T 654-2009:火电机组寿命评估技术导则”中对火力发电机组中的涉及蠕变的高温部件推荐使用的寿命评估技术方法为:

- 1)等温外推法;
- 2)L-M参数法;
- 3)θ预测法。

[0006] 但是由于国内缺乏长时蠕变持久试验数据和合理的温度加速试验设计,材料的寿命评估技术还是以单纯的可靠性较低的等温外推法为主,而且DL/T 654-2009中规定的外推寿命是最短试验时间的10倍,远低于国际标准3倍的要求,导致构件寿命预测的可靠性非常低,经常会出现:

- 1)构件的预测寿命高于其运行时间;
- 2)预测寿命低于其真实运行时间的情况。

[0007] 第一种情况会导致工程事故,第二种情况出现时,还需要对构件的寿命进行新一轮寿命Ⅱ级评估,即:在监督管道割管取样,开展已服役材料蠕变持久试验,重新进行构件的剩余寿命评估,试验资源浪费极大。因此,进行能源、石油化工、航空航天等关键领域高温结构材料10万小时以上长时蠕变持久性能测试,开展构件持久寿命评估方法研究,开发高精度、可靠的金属材料长时寿命外推计算系统,对我国关键领域高温部件的安全评估,关键部件材料的开发使用有着非常重要的意义。

[0008] 蠕变持久试验机主机由加载系统、加热系统、测量与控制系统构成。机械式蠕变持久试验机加载方式为纯机械式的砝码加载,正常工作状态下不会出现故障;测量与控制系统依靠系统冗余设计、在线更换等方案也能够实现连续10万小时以上的工作寿命。试验机10万小时以上工作过程,最可能出现故障是加热炉的故障,而且该故障引起的试验误差具有不可恢复性,因此,蠕变持久试验机试验过程中如果加热炉发生故障,能够在标准允许的温度偏差内完成加热炉的快速更换,是保证蠕变持久试验机长时连续工作的关键。

发明内容

[0009] 本发明提出一种长时连续工作蠕变持久试验机,该试验机通过蠕变持久加载主机电动部件双功能冗余设计、加热炉双炉丝设计以及加热炉故障更换设备,能够在蠕变持久试验机发生故障时,保证蠕变持久试验机的10万小时及以上的长时连续工作寿命。

[0010] 为实现上述目的,本发明采用以下技术方案:

一种长时连续工作蠕变持久试验机,所述试验机包括:长寿命设计机械式蠕变持久加载主机、加热炉故障更换设备与双炉丝加热炉,所述长寿命设计机械式蠕变持久加载主机电器部件采用双功能冗余设置,保证加载机构的长时连续工作,所述双炉丝加热炉分为试验加热炉和备用加热炉,所述试验加热炉设置于长寿命设计机械式蠕变持久加载主机上,所述备用加热炉设置于所述加热炉故障更换设备上,所述加热炉故障更换设备通过备用炉车、托架、导轨等的定位设计,在加热炉发生故障时在标准允许的温度偏差内完成加热炉的更换,保证加热炉的长时连续工作。

[0011] 进一步的,所述长寿命设计机械式蠕变持久加载主机包括:主机框架、调平机构,所述调平组件包括调平开关和杠杆调平装置,所述调平开关设置于所述主机框架顶部,所述杠杆调平装置设置于所述主机框架底部,所述调平开关为杠杆调平装置的控制系統,所述调平开关包括光电开关和机械开关。

[0012] 进一步的,所述加热炉故障更换设备包括:试验炉组件、备用炉组件与保温装置。

[0013] 进一步的,所述试验炉组件包括:炉架、第一导轨、第一炉座、炉车定位扣,所述炉架设置于所述主机框架上,所述第一导轨设置于所述炉架上,所述第一炉座设置于所述第一导轨上并与所述第一导轨配合实现平移滑行,所述炉车定位扣设置于所述主机框架上用于与所述备用炉组件连接。

[0014] 进一步的,所述备用炉组件包括:备用炉车、升降台、升降手柄、第二导轨、第二炉座与炉车定位杆,所述备用炉车下方设有行走轮,所述升降手柄与升降台设置于所述备用炉车一侧,所述升降手柄控制所述升降台的升降,所述第二导轨设置于所述升降台上,所述第二炉座设置于所述第二导轨上并与所述第二导轨配合实现平移滑行,所述炉车定位杆设置于所述备用炉车一侧与试验炉组件的炉车定位扣连接以固定炉车。

[0015] 进一步的,所述保温装置设置于加热炉上、下两端。

[0016] 进一步的,所述双丝加热炉分别设置于所述第一炉座和第二炉座上,所述双丝加热炉炉体为对开式结构并可沿中线分为两半圆筒状结构,所述加热炉包括:炉盖、端盖、炉壳、对开机构、炉管、炉丝组件和炉衬,所述炉盖为半圆形,所述炉壳上下两端均设置所述炉盖,所述端盖固定于所述炉盖上,所述炉衬包覆于所述炉管内侧,所述炉壳包覆于所述炉衬表面,所述炉丝组件与所述炉管连接;

所述对开机构包含把手、锁扣、折页、轴套、折页轴,所述折页将两个半圆柱炉体连为一体,所述轴套安装在折页上,所述折页轴插入所述折页上的轴套中,所述把手和锁扣把手安装于相反于所述折页一侧的炉壳上。

[0017] 进一步的,所述炉管包含外马弗管和内马弗管,所述外马弗管安装在所述上下端盖之间,所述内马弗管粘接在外马弗管的内侧,所述内、外马弗管内侧设有螺旋槽。

[0018] 进一步的,所述炉丝组件包括第一加热丝组、第二加热丝组、第三加热丝组、内电极、外电极、内电极板、外电极板、端座和电极罩,所述双丝加热炉通过试验加热丝和备用加热丝双炉丝设计以保证加热炉的长时连续工作,所述第一加热丝组、第二加热丝组、第三加热丝组均设有两组加热丝并分别绕制在外马弗管和内马弗管内侧螺旋槽内的上、中、下部,所述第一加热丝组、第二加热丝组、第三加热丝组的加热丝分别与内、外电极连接,所述内、外电极安装在内、外电极板上,所述端座安装在炉壳上,所述电极罩安装在端座上。

[0019] 进一步的,所述炉衬包括:对流空气层和保温层,所述保温层靠近所述内马弗管,所述对流空气层靠近所述炉壳,所述保温层为高温纤维保温材料,所述对流空气层为空腔,所述对流空气层与保温层之间设置有内衬板。

[0020] 通过试验炉双丝控温参数、备用炉车、滑轨等的精确定位设计以及工作人员的精心合作,800℃蠕变持久试验机加热炉发生故障时,通过双丝试验炉和故障更换设备的配合,在保证原有加热温度的前提下,15s即可完成故障加热炉的更换,加热炉更换过程中的温降为10℃,并在5分钟之内即可稳定到原有的目标温度,稳定过程中的温度平均波动小于5℃。基本满足国际标准ISO 204-2009和国内标准GB 2039-2-12对蠕变持久试验过程中温度波动的要求。

[0021] 与常规蠕变持久试验机相比,本发明的特点在于:蠕变持久试验机因电器元件或加热炉故障发生试验中断时,在保证原有温度、载荷的前提下,可快速的进行故障元件及故障加热炉的更换,在标准要求的载荷、温度波动范围内保证试验机的连续工作,从而无限次地提高蠕变持久试验机的工作寿命。

附图说明

[0022] 图1为本发明加热炉故障更换设备结构示意图；

图2为本发明加热炉纵剖面结构示意图；

图3为本发明加热炉横截面结构示意图；

图4为本发明实施例一加热炉双丝切换过程中的温度曲线；

图5为本发明实施例一加热炉故障更换过程中的温度曲线图。

具体实施方式

[0023] 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描述。应当理解，此处所描述的具体实施例仅仅用于解释本发明，并不用于限定本发明。

[0024] 相反，本发明涵盖任何由权利要求定义的在本发明的精髓和范围上做的替代、修改、等效方法以及方案。进一步，为了使公众对本发明有更好的了解，在下文对本发明的细节描述中，详尽描述了一些特定的细节部分。对本领域技术人员来说没有这些细节部分的描述也可以完全理解本发明。

[0025] 如图1-5所示，一种长时连续工作蠕变持久试验机，所述试验机包括：长寿命设计机械式蠕变持久加载主机1、加热炉故障更换设备2与双炉丝加热炉3，所述双炉丝加热炉3设置于所述长寿命设计机械式蠕变持久加载主机1和加热炉故障更换设备2上。

[0026] 所述长寿命设计机械式蠕变持久加载主机1通过电器元件的双功能容错冗余设计，保证蠕变持久试验过程中加载机构的长时连续工作。所述长寿命设计机械式蠕变持久加载主机1包括：主机框架11、调平组件12，所述调平组件12包括调平开关121和杠杆调平装置122，所述调平开关121设置于所述主机框架11顶部，所述杠杆调平装置122设置于所述主机框架11底部，所述调平开关121为杠杆调平装置的控制系統，所述调平开关121包括光电开关和机械开关，所述调平开关121采取容错冗余设计，当光电开关出现故障时，会自动启动机械开关进行调平控制并开启故障报警，所述杠杆调平装置122具有电机自动调平和手动调平两种功能，电机自动调平出现故障时会自动开启故障报警，电机自动调平维修过程中通过手动调平短时继续杠杆调平以保证试验机加载机构的正常运行。

[0027] 所述加热炉故障更换设备2通过备用炉车和托架导轨定位设计，能够在加热炉发生故障时在标准允许的温度偏差内完成加热炉的更换，保证蠕变持久试验机加热系统的长时连续工作。所述加热炉故障更换设备2包括：试验炉组件21、备用炉组件22与保温装置23，所述试验炉组件21设置于所述主机框架11上，所述试验炉组件21包括：炉架211、第一导轨212、第一炉座213、炉车定位扣214，所述炉架211设置于所述主机框架11上，所述第一导轨212设置于所述炉架211上，所述第一炉座213设置于所述第一导轨212上并与所述第一导轨212配合可实现平移滑行，所述炉车定位扣214设置于所述主机框架11上用于与所述备用炉组件22连接。所述备用炉组件22包括：备用炉车221、升降台222、升降手柄223、第二导轨224、第二炉座225与炉车定位杆226，所述备用炉车221下方设有行走轮，所述升降手柄223与升降台222设置于所述备用炉车221一侧，所述升降手柄223控制所述升降台222的升降，所述第二导轨224设置于所述升降台222上，所述第二炉座225设置于所述第二导轨224上并

与所述第二导轨224配合可实现平移滑行,所述炉车定位杆226设置于所述备用炉车221一侧与试验炉组件21的炉车定位扣214连接以固定炉车。所述保温装置23设置于下述双丝试验加热炉和备用加热炉的上、下端,所述保温装置23为保温板。

[0028] 所述双丝加热炉3分别设置于所述第一炉座213和第二炉座225上,所述双丝加热炉3炉体为对开式结构并可沿中线分为两半圆筒状结构,所述双丝加热炉3包括:炉盖31、端盖32、炉壳33、对开机构34、炉管35、炉丝组件36和炉衬37,所述炉盖31包括上炉盖311和下炉盖312,所述上炉盖311和下炉盖312均为半圆形,所述端盖包括上端盖321和下端盖322,所述上炉盖311和下炉盖312分别焊接于炉壳33的上部和下部,形成两个对开的半圆柱体,所述上下端盖321、322用六角螺钉固定在所述上下炉盖311、312上。所述对开机构34包含把手341、锁扣342、折页343、轴套344、折页轴345,所述上下折页343将两个对开的半圆柱炉体连为一体,所述轴套344安装在折页343上,所述折页轴345插入折页上的轴套344中,所述把手341和锁扣342安装于相反于所述折页343一侧的炉壳33上,共同作用完成加热炉的开启和闭合。所述炉管35包含外马弗管351和内马弗管352,所述外马弗管351安装在所述上下端盖321、322之间,所述内马弗管352管粘接在外马弗管351的内侧(从炉管到炉壳的方向为由外向内),所述外马弗管351和内马弗管352内侧设有螺旋槽。所述双丝加热炉3采用三段式加热,所述炉丝组件36包括第一加热丝组361、第二加热丝组362、第三加热丝组363、内电极364、外电极365、内电极板366、外电极板367、端座368和电极罩369,所述双丝加热炉3通过试验加热丝和备用加热丝双炉丝设计以保证加热炉的长时连续工作,所述第一加热丝组361、第二加热丝组362、第三加热丝组363均设有两组加热丝并分别绕制在外马弗管351和内马弗管352内侧螺旋槽内的上、中、下部,所述第一加热丝组361、第二加热丝组362、第三加热丝组363内的加热丝分别与内、外电极364、365连接,所述内、外电极364、365安装在内、外电极板366、367上,所述端座368安装在炉壳33上,所述电极罩369安装在端座368上。所述炉衬37包覆于所述炉管35内侧,所述炉壳23包覆于所述炉衬22表面,所述炉衬37包括:对流空气层371、保温层372和内衬板373,所述保温层372靠近所述内马弗管352,所述对流空气层371靠近所述炉壳33,所述保温层为高温纤维保温材料,所述对流空气层为空腔,所述对流空气层与保温层之间设置有内衬板373。

[0029] 双丝炉加热炉工作加热丝和备用加热丝通过控制系统形成可选择的闭环结构,试验开始时,先启动试验加热丝,当蠕变持久试验机试验加热炉出现炉丝故障时,切换加热丝,启动备用炉丝组继续工作。与此同时,开启加热炉故障更换设备上备用加热炉的加热、温控系统,设计其目标温度为试验加热炉的原有温度,将备用炉车将移动到试验机处,通过升降手柄带动T型丝杠转动使升降台上下移动,调整备用加热炉到故障试验加热炉同一水平高度,将备用炉车组上的炉车定位杆与试验炉组件上的炉车定位扣锁紧,固定加热炉故障更换设备。利用小车导轨,移动备用加热炉,将其与故障工作加热炉对接,并用定位套和销子将两台加热炉的固定在一起。将保温装置固定在两台加热炉上,使两台加热炉的温度场也合二为一,并保持更换过程中加热炉的温度。待备用加热炉炉温到达目标温度后,同时开启两台加热炉,使其张开至固定角度可使试样脱出,移动第一导轨和第二导轨,待备用加热炉移动至原来工作加热炉的位置时,关闭两台加热炉。将工作加热炉的电源线快速切换至备用加热炉,备用加热炉接替工作加热炉的全部工作。拆下保温装置,并将故障工作加热炉移出,进行维修,作为备用加热炉置于备用炉丝组件的第二炉座之上,以备下次使用。

[0030] 通过工作和备用炉丝不同温度下最佳控温参数的系统试验和精确测量,900℃时,工作炉丝组故障后启动备用炉丝组,加热炉在5分钟之内即可稳定到原有的目标温度,而且稳定过程中的温度平均波动小于5℃。备用加热炉900℃时稳定后,通过备用炉车、导轨的精确定位设计以及工作人员的合理配置,利用加热炉故障更换设备15s即可完成故障加热炉的更换,加热炉更换过程中的温降仅为10℃,并在5分钟之内即可稳定到原有的目标温度,稳定过程中的温度平均波动小于5℃。上述过程中的温度波动完全满足国际标准ISO 204-2009和国内标准GB 2039-2-12对蠕变持久试验过程中温度波动的要求。

[0031] 【实施例一】工作加热炉中的工作炉丝发生加热故障时,启用备用炉丝组,并同时开启故障更换设备中的备用加热炉,利用更换设备完成两台加热炉的对接,待备用加热炉加热到目标温度800℃后,进行加热炉更换。更换过程大约15s,加热炉的温降约为10℃。

[0032] 从实施例所得到的蠕变持久试验机加热炉故障处理过程中温度变化曲线可以看出,工作过程中,加热炉工作炉丝组故障后启动备用炉丝组,加热炉在5分钟之内即可稳定到原有的目标温度,而且稳定过程中的温度平均波动小于5℃。待备用加热炉到达工作加热炉原有温度并稳定后,工作人员利用故障更换装置可在15s内完成加热炉的快速更换,更换过程中,加热炉上中下三段的炉温波动可控制在15℃以内。上述温度波动满国际标准ISO 204-2009和国内标准GB 2039-2-12对长时蠕变持久试验过程中温度波动的要求。

[0033] 综上所述,本发明可以在国内外标准要求的精度内理论上可无限次地提高蠕变持久试验机的寿命,有效其10万小时以上的连续工作时间。

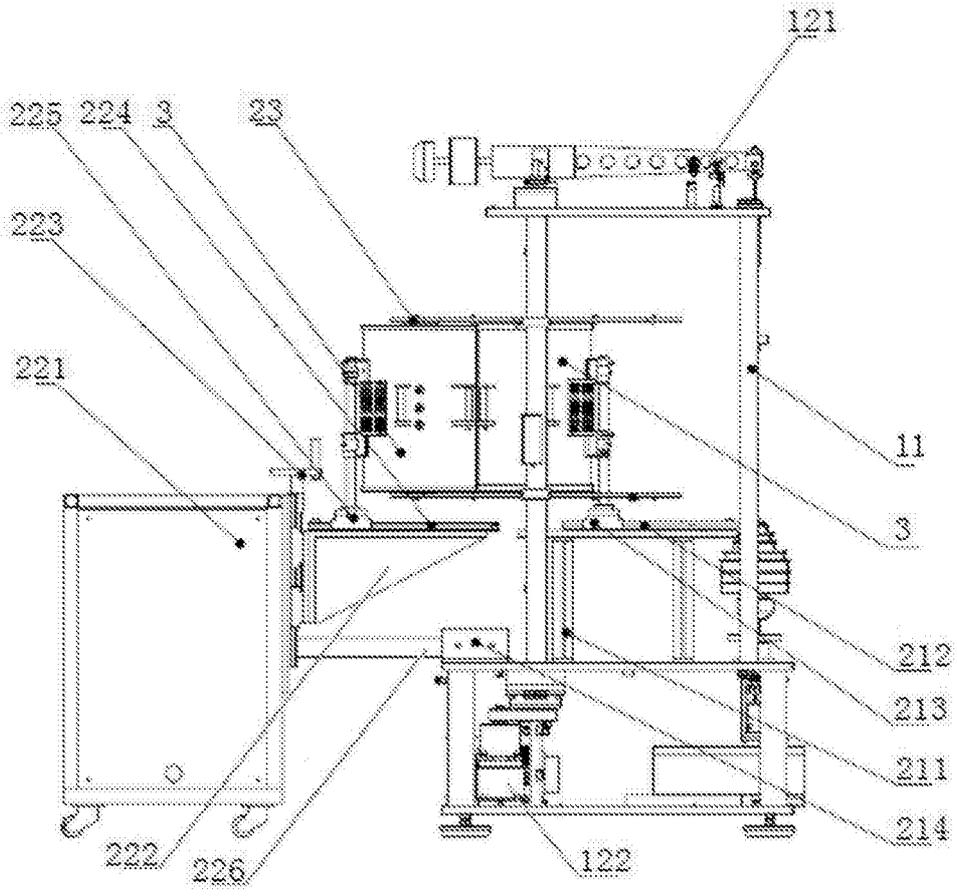


图1

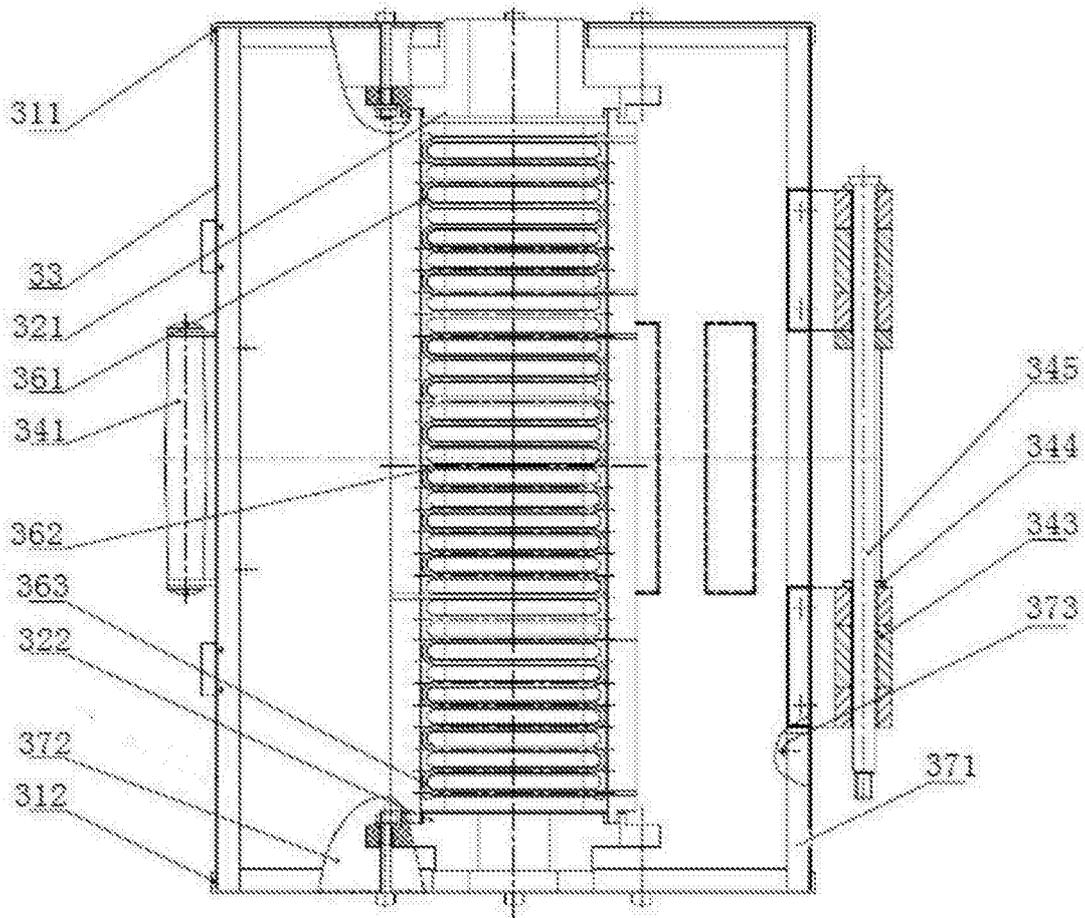


图2

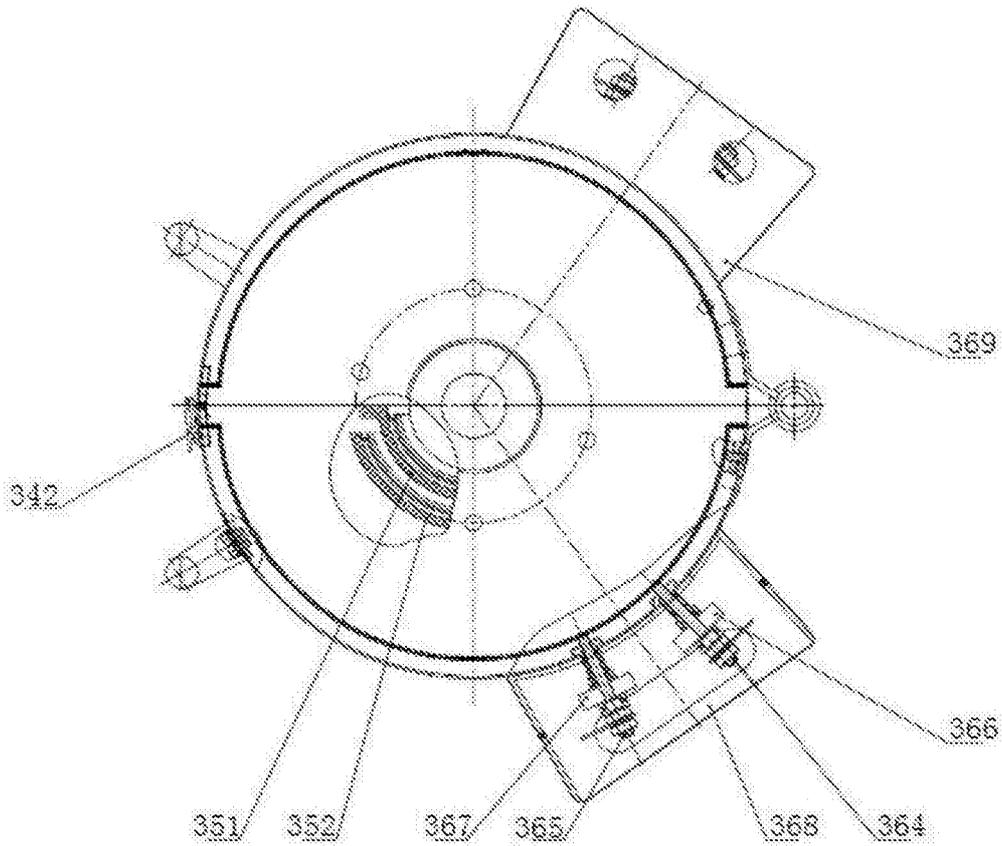


图3

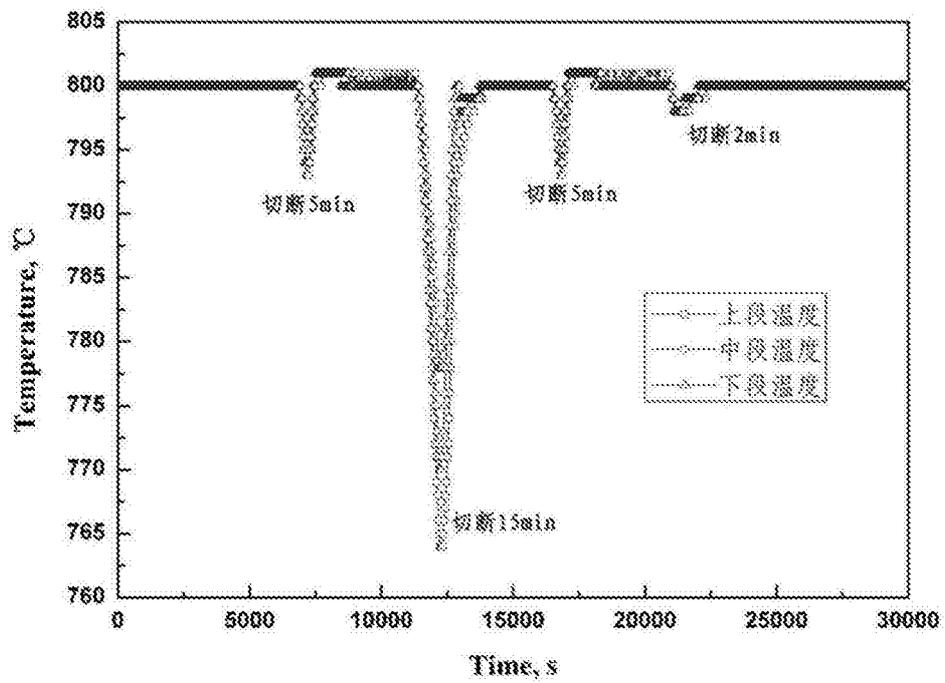


图4

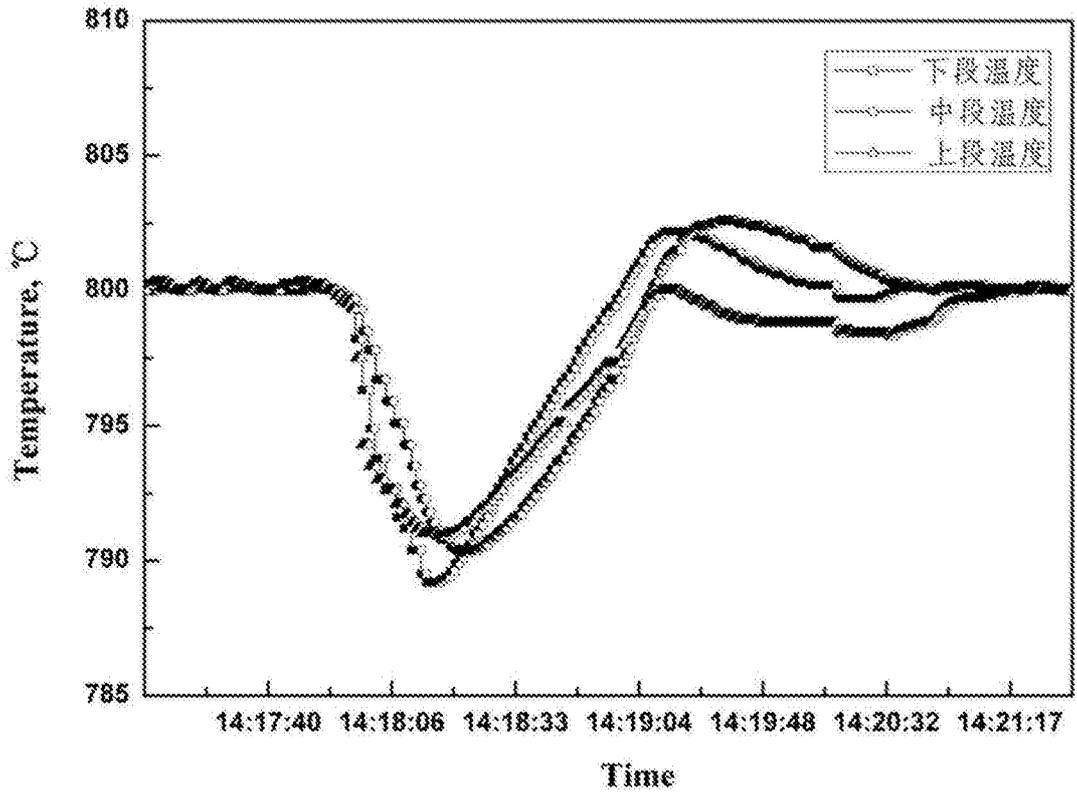


图5