



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102466650 B

(45) 授权公告日 2014. 05. 07

(21) 申请号 201010538427. 9

(22) 申请日 2010. 11. 08

(73) 专利权人 中国科学院力学研究所

地址 100190 北京市海淀区北四环西路 15 号

(72) 发明人 虞钢 聂树真 郑彩云 何秀丽 宁伟健

(74) 专利代理机构 北京中创阳光知识产权代理有限公司 11003

代理人 尹振启 马知非

(51) Int. Cl.

G01N 25/20 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 2836002 Y, 2006. 11. 08,

JP 2005249427 A, 2005. 09. 15,

JP 9222404 A, 1997. 08. 26,

SU 1196744 A1, 1985. 12. 07,

谭建松, 等. 活塞激光热负荷数值模拟. 《中国激光》. 2010, 第 37 卷 (第 4 期), 970-974.

宋宏伟, 等. 激光诱发活塞的热负荷. 《中国激光》. 2006, 第 33 卷 (第 5 期), 701-704.

Hong-Wei Song, et al. Numerical

simulation of thermal loading produced by shaped high power laser onto engine parts. 《Applied Thermal Engineering》. 2009, 第 30 卷 553-560.

Muneharu KITSUNA, et al.. Thermal Fatigue Test for Turbine Housing by a pulse YAG Laser. 《Proceedings of SPIE》. 2000, 第 3888 卷 438-445.

审查员 王玮玮

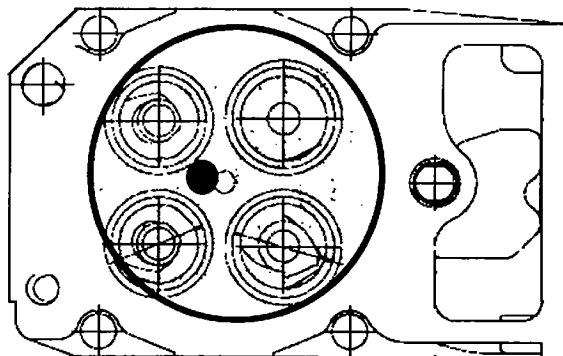
权利要求书2页 说明书8页 附图7页

(54) 发明名称

一种材料热物性参数和吸收率的校正方法

(57) 摘要

本发明公开了一种用于气缸盖或活塞激光热负荷试验的材料热物性参数和吸收率的校正方法, 主要将实验和模拟计算相结合, 通过多次实验和模拟计算, 最终确定一组可用于此气缸盖或活塞激光热负荷的材料热物性参数和吸收率。此方法和规范具有成本低、效率高、模拟可靠性高的特点。



1. 一种材料热物性参数和吸收率的校正方法,包括校正试验和模拟计算两部分,具体步骤如下:

1) 校正试验:将连续激光加载到气缸盖或活塞的完整表面上的某一位置,用测温仪测试光斑内某位置的温度,并记录温度到达热负荷温度所用时间及温度随时间变化关系;

2) 模拟计算:建立气缸盖或活塞三维有限元分析模型,加载与试验相同的激光参数,给定一组材料热物性参数和吸收率的初值,通过模拟计算测点温度,找到材料热物性参数和吸收率对气缸盖或活塞表面温度的影响规律;具体包括:

i) 根据气缸盖或活塞结构设计模型,建立三维有限元分析模型,进行网格划分,对气缸盖或活塞顶面细化以提高计算精度;加载热源参数选用试验中所用的光束参数,边界条件设定为:表面激光作用区域考虑了热源的加载及作用区域与外界的自然对流换热,对称面采用绝热边界条件:

$$-k \frac{\partial T}{\partial n} \Big|_{\Gamma} = 0$$

其它面与外界的自然对流换热为

$$-k \frac{\partial T}{\partial n} \Big|_{\Gamma} = h_1 (T - T_a)$$

其中 k 为导热系数, n 为边界的外法线量, h_1 为表面与外界的对流换热系数, T_a 为初始温度, Γ 为物体边界,方向为逆时针方向;

根据材料热物性参数范围和经验设定一组材料热物性参数和吸收率的初值,加载试验中上升到热负荷温度的时间,计算测点温度值;

ii) 改变材料热物性参数和吸收率中的某项参数值,其他运算条件保持不变,计算测点温度值;与 i) 中结果进行比较,观察此项参数对温度的影响规律;同样方法,观察其他参数对温度的影响规律;

3) 将模拟计算结果与试验实测结果进行比较,结合材料热物性参数和吸收率对表面温度的影响规律,根据偏差对材料热物性参数和吸收率的数值进行校正;

4) 再次进行校正试验:将加载连续激光完全覆盖气缸盖或活塞的火力面,试验测试气缸盖表面关注部位的温度随时间变化关系,将模拟计算结果与试验结果进行比较,最终确定一组可用于此气缸盖或活塞激光热负荷的材料热物性参数和吸收率。

2. 根据权利要求 1 所述的校正方法,其特征在于,所述步骤 1) 具体包括如下步骤:

i) 将离焦后的激光光斑垂直加载到气缸盖或活塞表面,调节离焦量,改变光斑大小,使得光斑完全加载到完整表面上的某一部分,并记录气缸盖或活塞初始温度;

ii) 加载小功率的连续激光,对气缸盖或活塞进行表面预热处理;然后改变激光功率,用测温仪测试激光加载区域某位置的温度上升到热负荷温度所需要时间,并记录温度随时间的变换关系;

iii) 在相同位置,进行多次不同功率实验;然后改变激光加载位置,做几组重复性实验;单次实验后,需要气缸盖或活塞冷却到初始温度后再进行下一次实验。

3. 根据权利要求 1 所述校正方法,其特征在于,所述步骤 3) 具体包括:选取重复性好的试验结果,在模拟计算中加载此试验参数和温度上升到热负荷温度的时间,根据各参数

对温度的影响规律选定一组材料热物性参数和吸收率的初值,计算气缸盖或活塞表面测点的温度值;根据模拟结果和试验结果的比较,结合材料热物性参数和吸收率对温度的影响规律,对参数进行校正,使得模拟结果和试验结果相近。

4. 根据权利要求 1 所述校正方法,其特征在于,所述步骤 4) 具体包括:调节离焦量,使得照射到气缸盖或活塞表面的光斑能够完全覆盖整个火力面,测试初始温度,使初始温度与之前试验保持一致;加载较低功率的激光,使得温度上升到热负荷温度,通过此过程对表面进行预处理;冷却到初始温度后,加载不同激光功率,记录关注部位的温度上升到热负荷温度所需要时间,做几组试验;模拟计算时对整个火力面进行加载,选用试验参数,材料热物性参数和吸收率选择已校正结果,计算测点温度值;与试验所得温度值进行对比,对材料热物性参数和吸收率进行微调,最终确定一组满足此气缸盖或活塞热负荷要求的参数值。

一种材料热物性参数和吸收率的校正方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于气缸盖或活塞的材料热物性参数和吸收率的校正方法,特别是涉及一种以激光为热源的材料热物性参数和吸收率的校正方法。

背景技术

[0002] 目前,对材料热物性的测量方法一般分为两种:稳态法和瞬态法。经典的稳态量热法在温度超过 1000K(相当于 726.85℃)时,热平衡时间一般很长,在某些情况下试样会发生化学反应,环境控制和热计算非常复杂。而脉冲加热瞬态测量法目前应用较多,但一般测量装置较复杂。

[0003] 对吸收率的测量方法主要有三类:第一类是通过测量反射率来求出吸收率。这方面代表性的工作包括:用量热计测量反射率、利用线偏振光在材料表面反射后会被调制为椭圆偏振光的原理来测量反射率和利用积分球法测量反射率。而量热计主要用于测量材料对小功率激光的反射率,后两种方法的测量装置都较复杂,并且利用偏振原理的方法需要专门的偏振计量装置,积分球法需要积分球和能够快速测量激光能量的装置,当激光功率较大且被测材料对激光的反射率较高时,由于容易造成积分球内表面的损伤,因而积分球有一定的局限性。第二类是从量热的角度出发,通过测量材料的温度变化并进行相应的热力学计算而得到吸收率。主要工作有集总参数法进行吸收率计算,然而集总参数法应用需满足一定前提条件才可,工程上一般将固体内部的导热热阻与固体表面的换热热阻之比小于 0.1 成为集总参数条件。第三类是根据激光作用区材料状态发生变化的情况来间接研究吸收情况,此方法一般只能用于对吸收率进行定性评价。但是,采用高功率密度的激光束作为热源的气缸盖或活塞激光热负荷试验,具有激光器系统庞大,气缸盖或活塞几何尺寸大,结构复杂,成本高,不适合取样试验等特点,不能直接采用现有对材料热物性参数和吸收率的测定方法。

[0004] 因此,现有技术的不足就需要提供一种用于气缸盖或活塞激光热负荷试验的材料热物性参数和吸收率的校正方法。

发明内容

[0005] 本发明的目的是克服上述现有技术中,测量装置复杂、不适用于高密度激光等缺点,从而提供一种简单的、适用于高密度激光的对活塞或气缸盖整体进行测试的材料热物性参数和吸收率的校正方法。

[0006] 一种用于气缸盖或活塞激光热负荷试验的材料热物性参数和吸收率的校正方法,包括校正实验和模拟计算两部分,具体步骤如下:

[0007] 1) 校正试验:将连续激光加载到气缸盖或活塞的完整表面上的某一位置,用测温仪测试光斑内某位置的温度,并记录温度到达热负荷温度所用时间及温度随时间变化关系;

[0008] 2) 模拟计算:建立气缸盖或活塞三维有限元分析模型,加载与实验相同的激光参

数,给定一组材料热物性参数和吸收率的初值,通过模拟计算测点温度,找到材料热物性参数和吸收率对气缸盖或活塞表面温度的影响规律;

[0009] 3) 将模拟计算结果与实验实测结果进行比较,结合材料热物性参数和吸收率对表面温度的影响规律,根据偏差对材料热物性参数和吸收率的数值进行校正;

[0010] 4) 再次进行校正试验:将激光束完全覆盖气缸盖或活塞的火力面,实验测试气缸盖表面关注部位的温度随时间变化关系,将模拟计算结果与实验结果进行比较,最终确定一组可用于此气缸盖或活塞激光热负荷的材料热物性参数和吸收率。

[0011] 进一步,所述步骤 1) 具体包括如下步骤:

[0012] i) 将离焦后的激光光斑垂直加载到气缸盖或活塞表面,调节离焦量,改变光斑大小,使得光斑完全加载到完整表面上的某一部分,并记录气缸盖或活塞初始温度;

[0013] ii) 加载较小功率的连续激光,对气缸盖或活塞进行表面预热处理;然后改变激光功率,用测温仪测试激光加载区域某位置的温度上升到热负荷温度所需要时间,并记录温度随时间的变换关系。

[0014] iii) 在相同位置,进行多次不同功率实验;然后改变激光加载位置,做几组重复性实验;单次实验后,需要气缸盖或活塞冷却到初始温度后再进行下一次实验。

[0015] 进一步,所述步骤 2) 具体包括:

[0016] i) 根据气缸盖或活塞结构设计模型,建立三维有限元分析模型,进行网格划分,对气缸盖或活塞顶面细化以提高计算精度。加载热源参数选用实验中所用的光束参数,边界条件设定为:表面激光作用区域考虑了热源的加载及作用区域与外界的自然对流换热,对称面采用绝热边界条件:

$$[0017] \quad -k \frac{\partial T}{\partial n} \Big|_{\Gamma} = 0$$

[0018] 其它面与外界的自然对流换热为

$$[0019] \quad -k \frac{\partial T}{\partial n} \Big|_{\Gamma} = h_1(T - T_a)$$

[0020] 其中 k 为导热系数, n 为边界的外法线量, h_1 为表面与外界的对流换热系数, T_a 为初始温度, Γ 为物体边界,方向为逆时针方向。

[0021] 根据材料热物性参数范围和经验设定一组材料热物性参数和吸收率的初值,加载实验中上升到热负荷温度的时间,计算测点温度值;

[0022] ii) 改变材料热物性参数和吸收率中的某项参数值,其他运算条件保持不变,计算测点温度值。与 i) 中结果进行比较,观察此项参数对温度的影响规律。同样方法,观察其他参数对温度的影响规律。

[0023] 进一步,所述步骤 3) 具体包括:选取重复性好的实验结果,在模拟计算中加载此实验参数和温度上升到热负荷温度的时间,根据各参数对温度的影响规律选定一组材料热物性参数和吸收率的初值,计算气缸盖或活塞表面测点的温度值。根据模拟结果和实验结果的比较,结合材料热物性参数和吸收率对温度的影响规律,对参数进行校正,使得模拟结果和实验结果相近。

[0024] 进一步,所述步骤 4) 具体包括:调节离焦量,使得照射到气缸盖或活塞表面的光斑能够完全覆盖整个火力面,测试初始温度,使初始温度与之前实验保持一直。加载较低功

率的激光,使得温度上升到热负荷温度,通过此过程对表面进行预处理。冷却到初始温度后,加载不同激光功率,记录关注部位的温度上升到热负荷温度所需要时间,做几组实验。模拟计算时对整个火力面进行加载,选用实验参数,材料热物性参数和吸收率选择已校正结果,计算测点温度值。与实验所得温度值进行对比,对材料热物性参数和吸收率进行微调,最终确定一组满足此气缸盖或活塞热负荷要求的参数值。

附图说明

- [0025] 图 1 为气缸盖结构设计图;
- [0026] 图 2 为小光斑加载气缸盖表面位置;
- [0027] 图 3 为位置 1 和位置 2 校正实验记录数据;
- [0028] 图 4 为不同激光功率作用下模拟与计算结果比较;
- [0029] 图 5 为覆盖火力面大光斑加载图;
- [0030] 图 6a 为激光功率为 2600W 时火力面内测点温度随时间变换曲线的实验与模拟结果图;
- [0031] 图 6b 为激光功率为 2800W 时火力面内测点温度随时间变换曲线的实验与模拟结果图;
- [0032] 图 6c 为激光功率为 3000W 时火力面内测点温度随时间变换曲线的实验与模拟结果图。

具体实施方式

[0033] 下面结合附图和示例方式对本发明作进一步详细描述,本发明提供了一种用于气缸盖或活塞激光热负荷试验的材料热物性参数和吸收率的校正方法,主要采取实验和模拟计算相结合的方法。

[0034] 一、确定实验和模拟计算所需的材料和基本激光光束参数

[0035] 二、校正:

[0036] 1、调节激光头角度,使光束能够垂直作用到气缸盖或活塞表面上。并测试初始气缸盖温度。

[0037] 2、校正试验

[0038] 校正试验包括三个部分:小光斑校正实验、模拟计算和完全覆盖火力面的大光斑校正试验。

[0039] 1) 小光斑校正试验:小光斑校正试验中激光光斑为完全处于气缸盖表面完整区域内,即不包含气门等不完整表面的小光斑,如图 2 中所示光斑 1、2。并在加载前测试初始气缸盖温度。

[0040] 小光斑校正试验包括表面预热处理 a 和校正试验 a。

[0041] 首先进行表面预热处理 a。具体为:如图 2 所示,对光斑 1 加载较小功率的连续激光,例如:功率为 600W 的激光。加载有两种方式:设定温度和设定时间。设定加载温度:当温度到达设定温度时,停止加载;设定加载时间:当加载时间达到设定时间时,停止加载。并在两种加载过程中均采用测温仪测试激光加载区域内某个位置的温度,并记录。然后,通过自然冷却或吹空气冷却的方式使得气缸盖或活塞整体进行冷却,使其温度降到初始温

度。通过表面预热处理,气缸盖被测温位置的初始状态能够保持一致性,从而提高实验的可重复性。在具体实验中,表面预热处理采用的是设定加载温度还是设定加载时间方式可根据后续的校正试验来确定,需要与后续的校正试验采用同种方式;即,如果后续的校正试验采用的是设定加载温度的方式来确定加载是否完成,则表面预热处理也需采取设定加载温度,反之亦然。

[0042] 然后进行校正试验 a,校正试验 a 具体为:保持图 2 中光斑 1 的直径不变,在不同的激光功率的条件下进行校正实验;记录温度从与步骤 1 中相同的初始温度上升到设定温度所需要时间,并记录温度随时间的变化关系或加载达到设定时间,测定点的温度,并记录温度随时间的变化关系。然后,改变激光加载区域,以图 2 中的光斑 2 作为新的激光加载区域。在新的加载区域光斑 2 范围内,对同一观测位置,分别进行激光功率为与光斑 1 上采用的相同功率的激光再次进行校正实验。为了得到可靠的实验数据,可将上述两个光斑点上的加载反复进行多次,至少为 3 次。需要注意的是单次实验后气缸盖温度很高,需用自然冷却或吹空气冷却方式使气缸盖或活塞整体冷却到与上述初始温度相同的温度再进行下一次实验。

[0043] 2) 模拟计算:

[0044] 根据气缸盖结构设计模型,建立三维有限元分析模型,进行网格划分,对气缸盖或活塞顶面细化以提高计算精度,加载热源参数选用实验中所用的激光光束参数,例如:作用区域、半径大小、功率等。

[0045] 边界条件设定为:表面激光作用区域考虑了热源的加载及作用区域与外界的自然对流换热,气缸盖顶面的对称面采用绝热边界条件:

$$[0046] \quad -k \frac{\partial T}{\partial n} \Big|_{\Gamma} = 0$$

[0047] 其中 k 为导热系数, n 为边界 Γ 的外法线方向, Γ 为物体边界,方向为逆时针方向。

[0048] 除气缸盖顶面的对称面外,模型其它外表面与外界的自然对流换热为

$$[0049] \quad -k \frac{\partial T}{\partial n} \Big|_{\Gamma} = h_1(T - T_a)$$

[0050] 其中 k 为导热系数, n 为边界 Γ 的外法线方向, h_1 为表面与外界的对流换热系数, T_a 为初始温度, Γ 为物体边界,方向为逆时针方向。

[0051] 由于气缸盖的材料热物性参数的选取具有一定范围,如表 1 所示。

[0052] 因此,先在此范围内选取材料热物性参数和吸收率的初值,在相同功率下,在设定加载温度方法中,加载实验记录的从初始温度上升到设定温度的时间,或在设定加载时间方法中,加载所设定的时间,从而计算测量点温度值。分别改变模拟计算中材料的密度、比热、热导率和吸收率的其中一项,其他加载条件保持不变,再次计算测量点温度值。比较计算结果,观察每项参数对温度的影响规律。

[0053] 选取上述小光斑校正试验中一组重复性好的实验结果,在模拟计算中加载此实验参数和激光加载区域内温度由初始温度上升到设定温度的时间或加载所设定的时间,选取一组材料热物性参数和吸收率的初值,计算气缸盖或活塞表面测点的温度值。与实验所测数据进行比较,结合材料热物性参数和吸收率对温度的影响规律,对参数进行校正,使得计

算温度值与热负荷温度值相近,从而得到一组材料热物性参数与吸收率的初步校正结果。

[0054] 3) 完全覆盖火力面的大光斑校正试验:表面预热处理 b 和校正试验 b。

[0055] 表面预热处理 b:具体为:调节离焦量及光斑位置,如图 5 所示,使得照射到气缸盖表面的光斑能够完全覆盖整个火力面,测试初始温度,并调整初始温度,使之与之前实验保持一致。加载连续激光,照射区域的温度将会上升到设定加载温度或达到设定的加载时间,通过此过程对表面进行预处理。并将气缸盖冷却到初始温度。随后进行校正试验 b。

[0056] 校正试验 b 具体为:再在整个火力面上分别加载不同功率的连续激光,记录如图 5 所示的关注部位,分别在上述不同功率激光照射的情况下,使温度上升到设定加载温度,记录所需要时间及温度随时间变化关系,或加载所设定的时间,记录测点温度值和温度随时间变化关系,重复做几组实验。模拟计算时对整个火力面进行加载,选用校正实验中所用的激光光束参数和在步骤 2 中已得到的材料热物性参数和吸收率的初步校正结果,计算测点温度值。与校正试验的结果进行对比,根据两者的偏差,结合材料热物性参数和吸收率对温度的影响规律,对热物性参数和吸收率进行微调,最终确定一组满足此气缸盖或活塞热负荷要求的参数,并将实验结果与模拟计算结果比较。当模拟计算结果与实际实验测试结果相一致时,此时选取的材料热物性参数和吸收率就认为是满足此项气缸盖热负荷实验要求的。

[0057] 下面以气缸盖激光热负荷试验中的材料热物性参数和吸收率校正为例,来介绍具体的实施步骤,其中所列举的参数仅仅是示例性的,本发明中所涉及到的参数,在具体操作中可根据实际情况确定具体数值。

[0058] 一、在一个实施例中,材料和激光基本光束参数如下,

[0059] 气缸盖火力面直径 132mm,结构设计模型如图 1 所示,材料为 HT250,此材料热物性参数查表结果为表 1 所示。

[0060]

牌号	密度 (g/cm ³)	比热容 (J/(g·°C))			热导率 (W/(m·°C))
		0~200°C	0~1000°C	常温~熔点	
HT250	7.25~7.35	0.50~0.54	0.67~0.71	0.92~0.96	48.2~52.3

[0061] 表 1 HT250 气缸盖材料参数

[0062] 输入激光的基本光束参数:波长 1.06um,聚焦透镜 200mm,功率最高为 3000 瓦,工作方式为连续。

[0063] 二、校正方法:

[0064] 1、调节激光头角度,使光束能够垂直作用到气缸盖或活塞表面上。改变激光束离焦量和光斑位置,使激光完全照射到气缸盖表面完整区域内的光斑为直径 30mm(不包含气门等不完整表面)如图 2 中所示的位置 1,并测试初始气缸盖温度。

[0065] 2、校正试验

[0066] 校正试验包括三个部分:小光斑校正实验、模拟计算和完全覆盖火力面的大光斑校正试验。

[0067] 1) 小光斑校正试验:

[0068] 小光斑校正试验包括:表面预热处理 a 和校正试验 a。

[0069] 首先对气缸盖进行表面预热处理。表面预热处理具体为：加载较小功率的连续激光，例如：功率为 600W 的激光。用测温仪测试激光加载区域内某个位置的温度，温度到达 260℃ 时，停止加载，加载时间为 150S 左右。然后，通过自然冷却或吹空气冷却的方式使得气缸盖或活塞整体温度降到初始温度。

[0070] 然后进行校正试验 a，校正试验 a 具体为：改变加载的激光功率，在激光功率分别为 800W、1000W、1200W 的条件下进行校正实验：记录温度从与步骤 1 中相同的初始温度上升到 260℃ 所需要时间，并记录温度随时间的变化关系（每次记录时间间隔为 0.4S）。然后，改变激光加载区域，以图 2 中的位置 2 作为新的激光加载区域。在新的加载区域 2 内，对同一观测位置，分别进行进行激光功率为 1200W、1300W、1500W 的校正实验。为了得到可靠的实验数据，需在每处激光加载区域进行重复性试验，每个位置重复性较高的实验结果如图 3 所示。需要注意的是单次实验后气缸盖温度很高，需用自然冷却或吹空气冷却方式使气缸盖或活塞整体冷却到与上述初始温度相同的温度再进行下一次实验。

[0071] 2) 模拟计算：

[0072] 根据气缸盖结构设计模型，建立三维有限元分析模型，进行网格划分，对气缸盖或活塞顶面细化以提高计算精度，如图 3 所示。加载热源参数选用实验中所用的激光光束参数，例如：作用区域、半径大小、功率等。

[0073] 边界条件设定为：表面激光作用区域考虑了热源的加载及作用区域与外界的自然对流换热，气缸盖顶面的对称面采用绝热边界条件：

$$[0074] \quad -k \frac{\partial T}{\partial n} \Big|_{\Gamma} = 0$$

[0075] 其中 k 为导热系数，n 为边界 Γ 的外法线方向， Γ 为物体边界，方向为逆时针方向。

[0076] 除气缸盖顶面的对称面外，模型其它外表面与外界的自然对流换热为

$$[0077] \quad -k \frac{\partial T}{\partial n} \Big|_{\Gamma} = h_1(T - T_a)$$

[0078] 其中 k 为导热系数，n 为边界 Γ 的外法线方向， h_1 为表面与外界的对流换热系数， T_a 为初始温度， Γ 为物体边界，方向为逆时针方向。

[0079] 由于气缸盖的材料热物性参数的选取具有一定范围，如表 1 所示。

[0080] 因此，先在此范围内选取材料热物性参数和吸收率的初值，在相同功率下，加载实验记录的从初始温度上升到 260℃ 的时间，计算测量点温度值。分别改变模拟计算中材料的密度、比热、热导率和吸收率的其中一项，其他加载条件保持不变，再次计算测量点温度值。比较各温度计算结果如表 2 所示，观察每项参数对温度的影响规律。

[0081]

	密度 (g/cm ³)	比热 (J/(g·°C))	热导率 (W/(m·°C))	吸收率	时间 (s)	温度 (°C)
密度	7.25	0.5	50	0.4	60	220.4
影响	7.3	0.5	50	0.4	60	220.1
规律	7.35	0.5	50	0.4	60	219.8
比热	7.3	0.5	50	0.4	60	220.1
影响	7.3	0.54	50	0.4	60	216.8
规律	7.3	0.6	50	0.4	60	212.3

[0082]

热导率	7.3	0.54	49	0.4	60	219.7
影响	7.3	0.54	50	0.4	60	216.8
规律	7.3	0.54	52	0.4	60	211.2
吸收率	7.3	0.54	52	0.4	60	211.2
影响	7.3	0.54	52	0.5	60	257.1
规律	7.3	0.54	52	0.6	60	302.9

[0083] 表 2 1000W 功率下各参数对温度影响

[0084] 从表 2 中可以发现,各参量在给定范围内变化时,吸收率对温度影响最大,热导率次之,比热和密度影响较小。

[0085] 选取一组重复性好的实验结果,在模拟计算中加载此实验参数和激光加载区域内温度由初始温度上升到 260°C 的时间,选取一组材料热物性参数和吸收率的初值,计算气缸盖或活塞表面测点的温度值。与实验所测数据进行比较,结合材料热物性参数和吸收率对温度的影响规律,对参数进行校正,使得计算温度值与热负荷温度值相近,从而得到一组材料热物性参数与吸收率的初步校正结果。校正后参数计算结果与实验所测结果比较如图 4 所示。

[0086] 3) 完全覆盖火力面的大光斑校正试验:表面预热处理 b 和校正试验 b。

[0087] 表面预热处理 b:具体为:调节离焦量及光斑位置,如图 5 所示,使得照射到气缸盖表面的光斑能够完全覆盖整个火力面,测试初始温度,并调整初始温度,使之与之前实验保持一直。加载连续激光,照射区域的温度将会上升到设定加载温度或达到设定的加载时间,

通过此过程对表面进行预处理。并将气缸盖冷却到初始温度。随后进行校正试验 b。

[0088] 校正试验 b :具体为 :调节离焦量及光斑位置,如图 5 所示,使得照射到气缸盖表面的光斑能够完全覆盖整个火力面,测试初始温度,并调整初始温度,使之与之前实验保持一致。加载连续激光,大约 600 秒后,照射区域的温度将会上升到 260℃,通过此过程对表面进行预处理。冷却到初始温度后,再分别加载功率 2600W、2800W 和 3000W 的连续激光,记录如图 5 所示的关注部位,分别在上述不同功率激光照射的情况下,温度上升到 260 度所需要时间及温度随时间变化关系,并做几组重复性试验。模拟计算时对整个火力面进行加载,选用校正实验中所用的激光光束参数和在表面预热处理 b 中已得到的材料热物性参数和吸收率的初步校正结果,计算测点温度值。与校正试验的结果进行对比,根据两者的偏差,结合材料热物性参数和吸收率对温度的影响规律,对热物性参数和吸收率进行微调,最终确定一组满足此气缸盖或活塞热负荷要求的参数,如图 6a、b、c 中所示的分别为激光功率为 2600W、2800W 和 3000W 的实验结果与模拟计算结果比较。当模拟计算结果与实际实验测试结果相一致时,此时选取的材料热物性参数和吸收率就认为是满足此项气缸盖热负荷实验要求的。

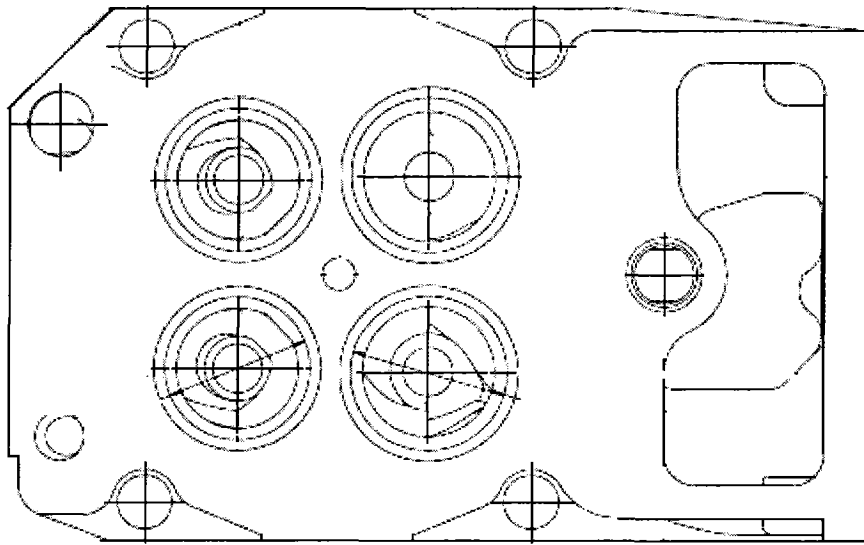


图 1

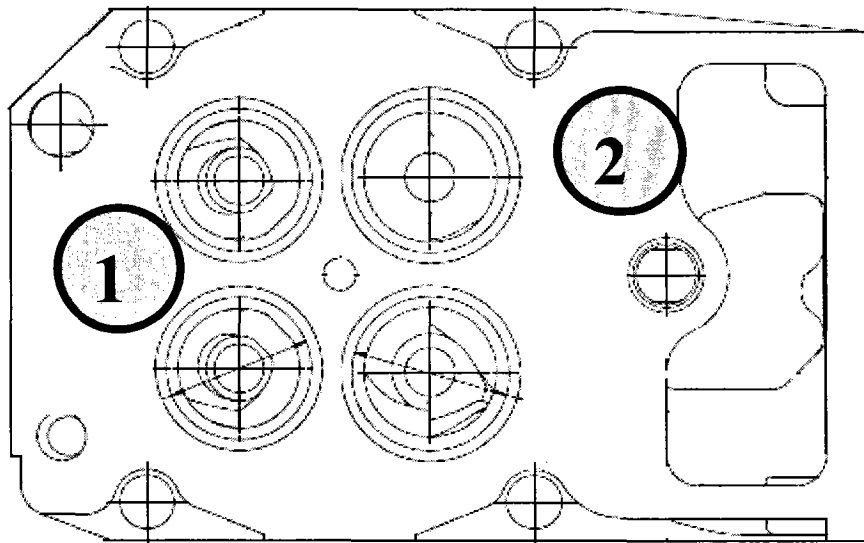
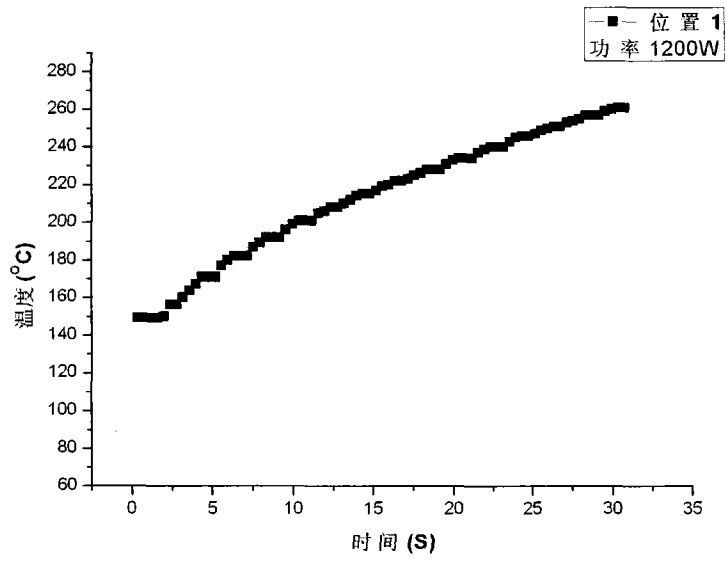
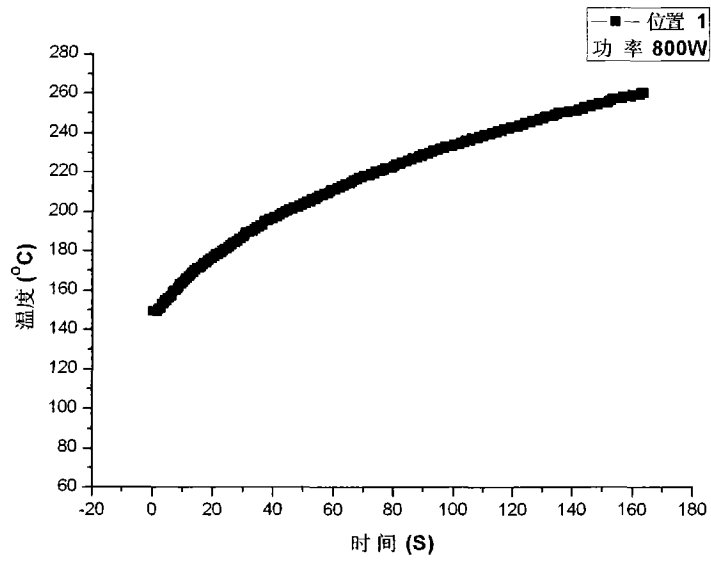


图 2



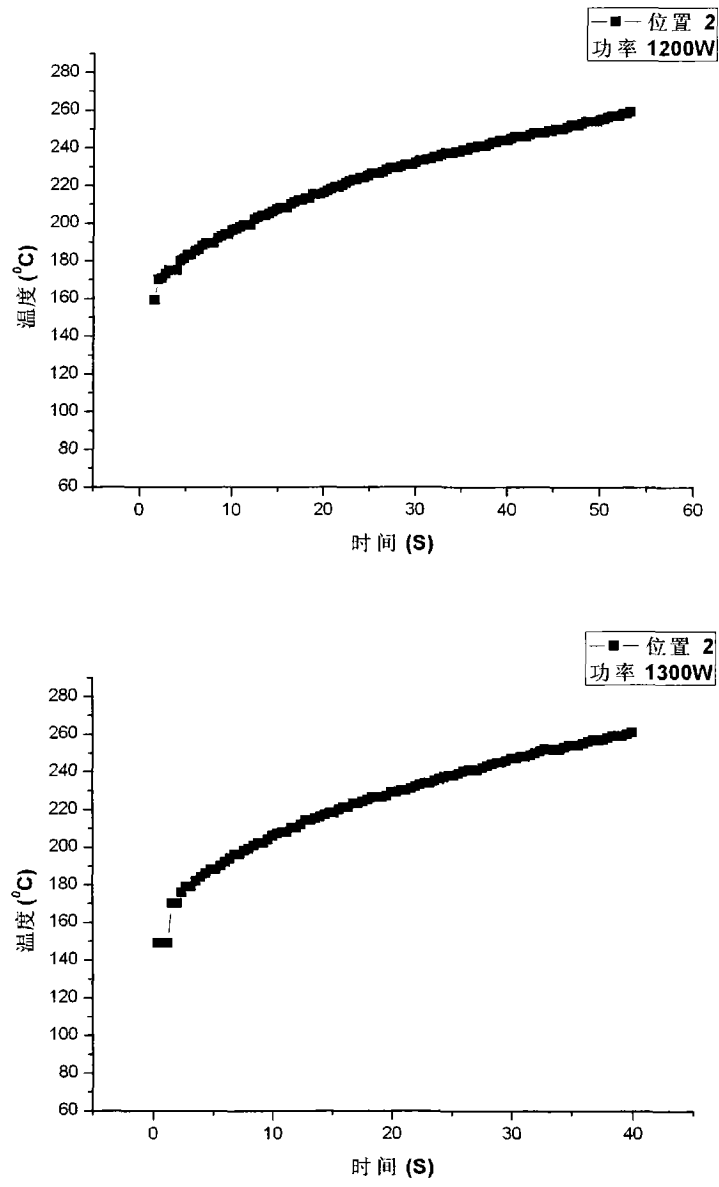
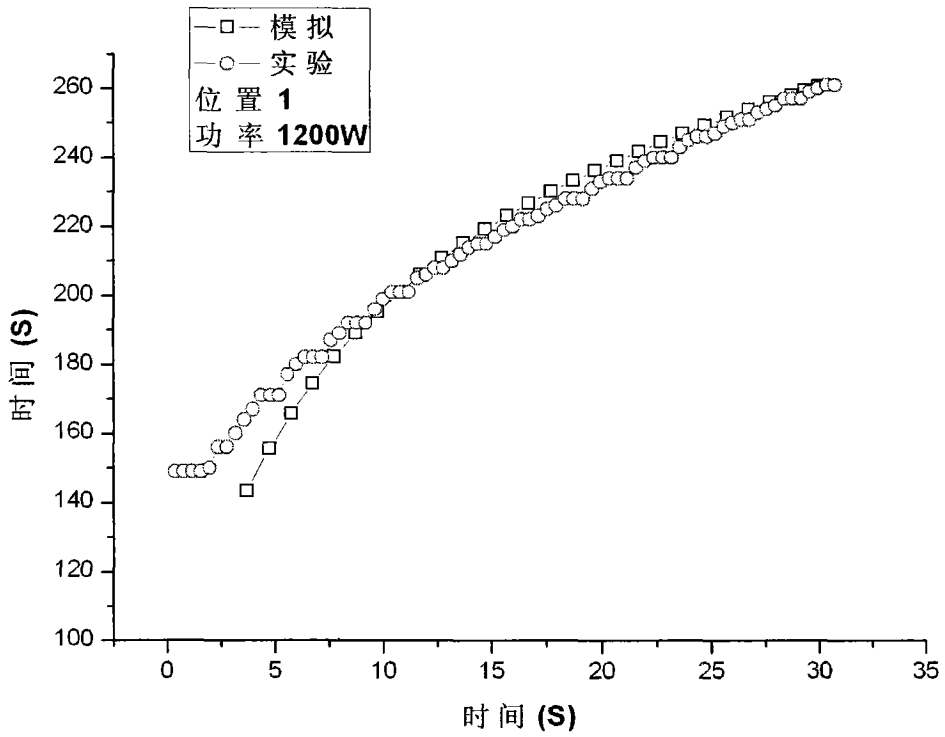
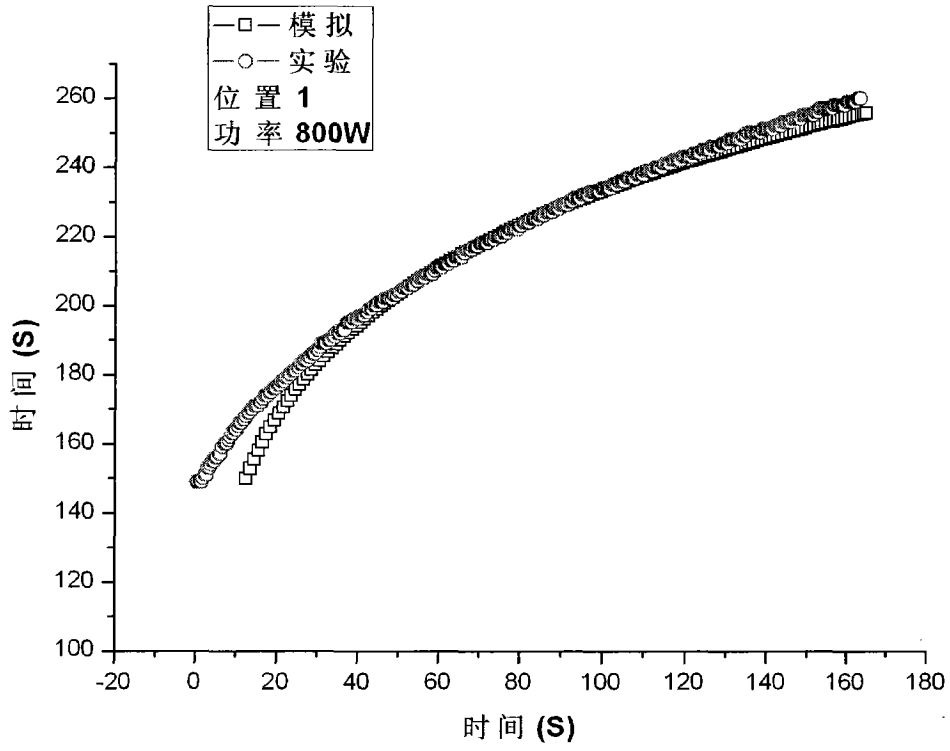


图 3



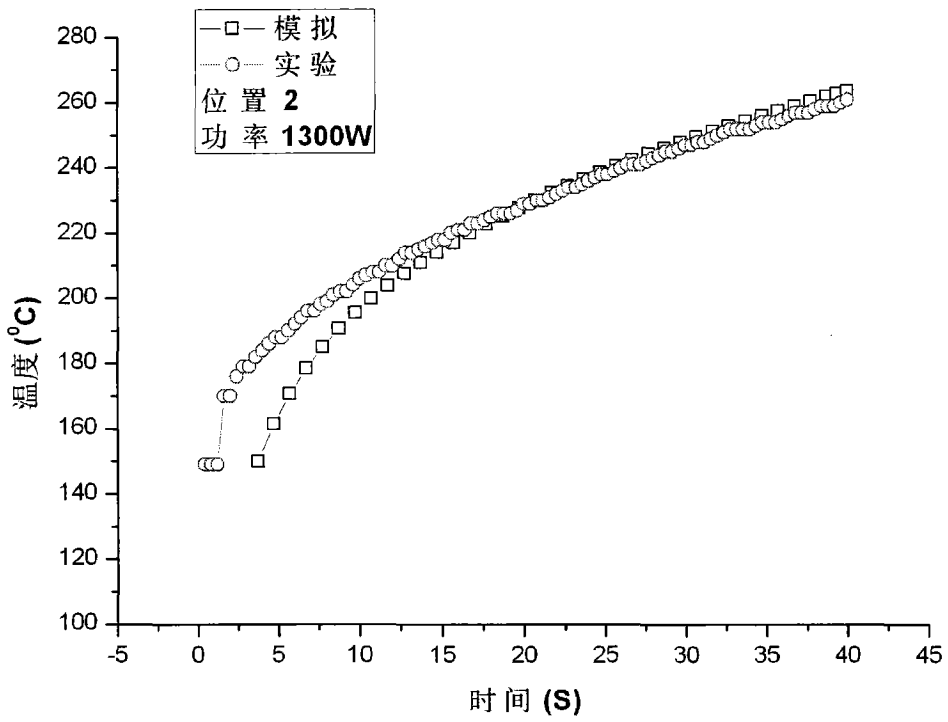
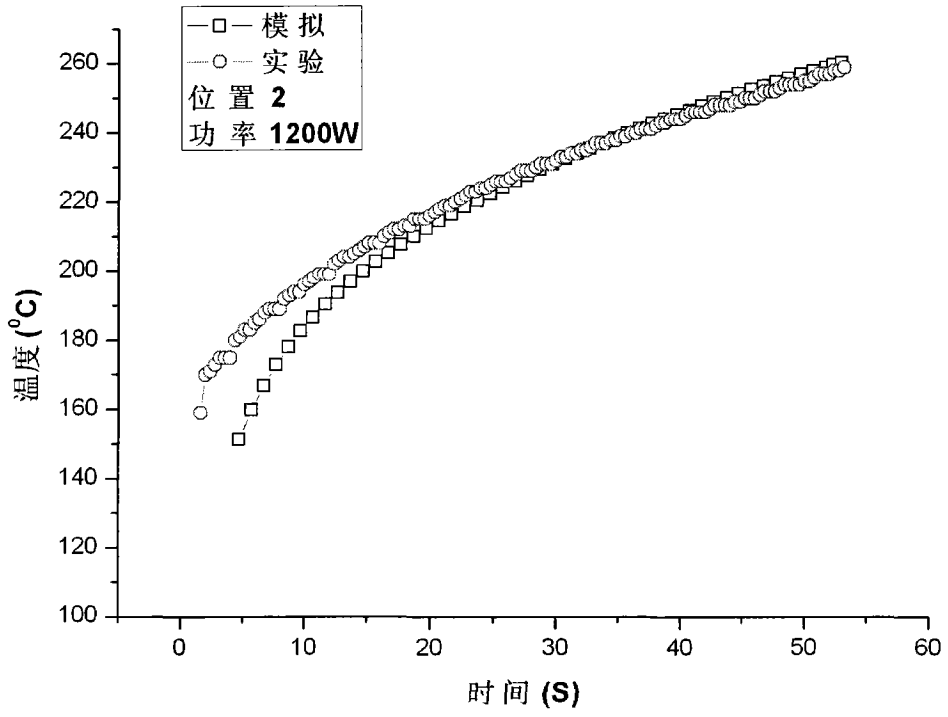


图 4

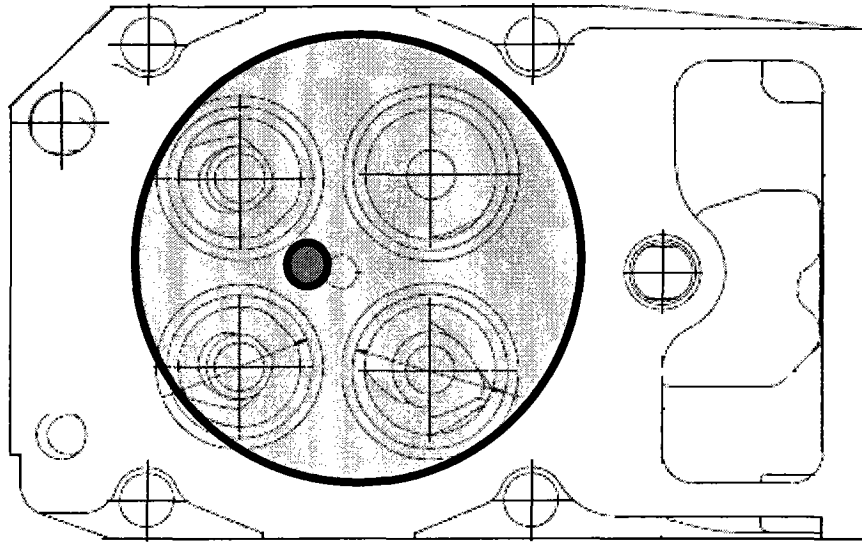


图 5

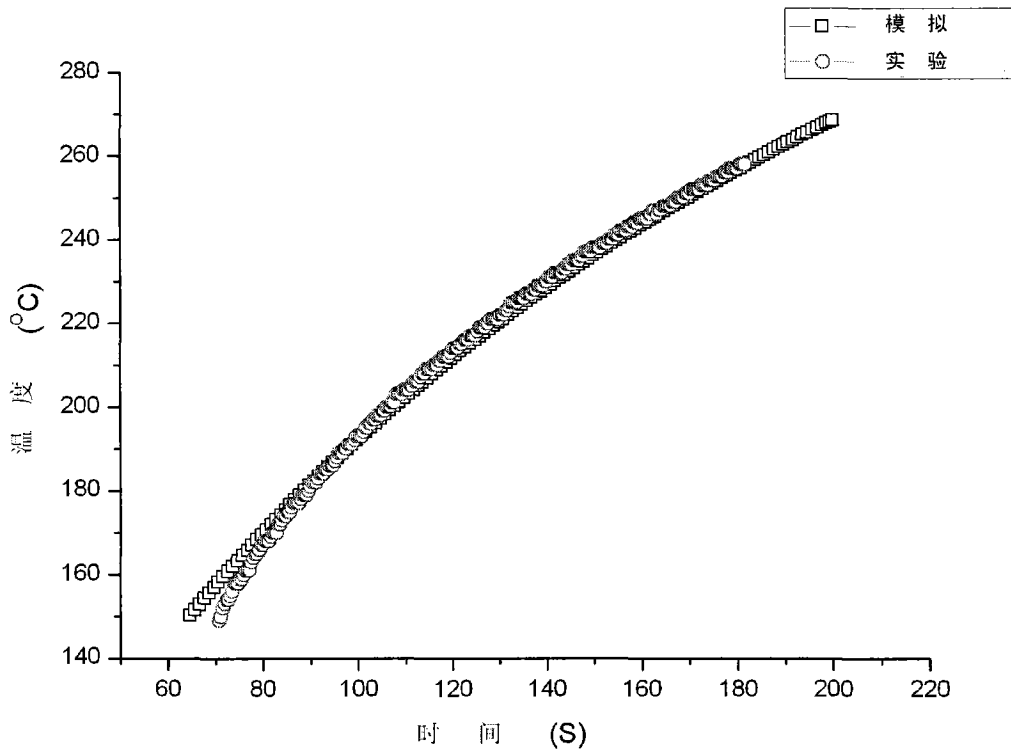


图 6a

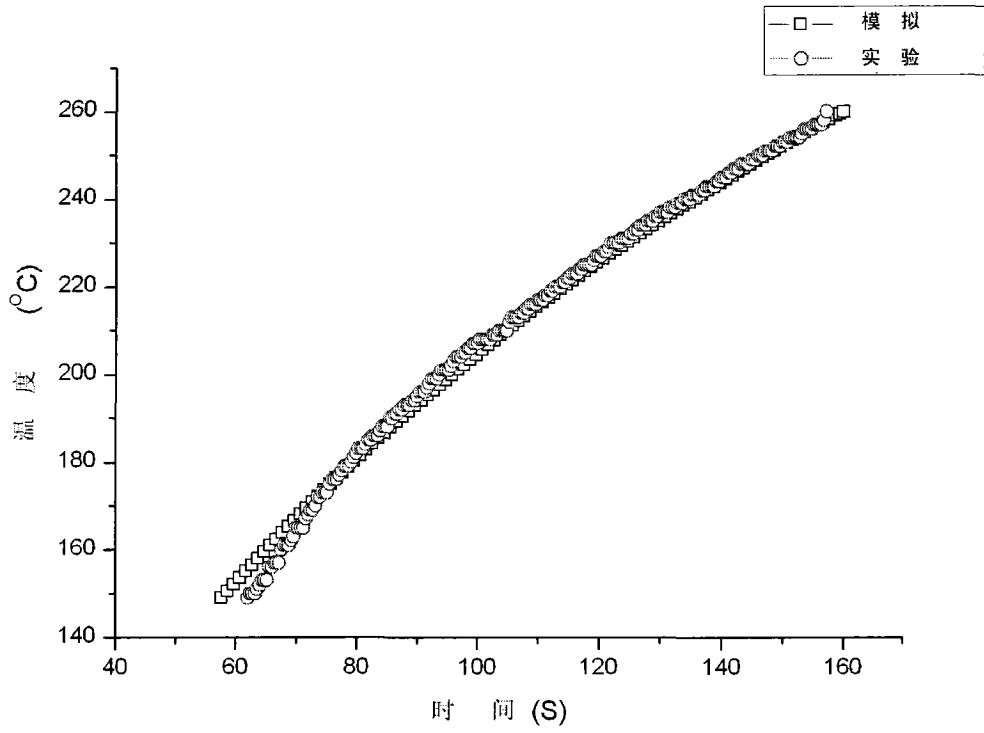


图 6b

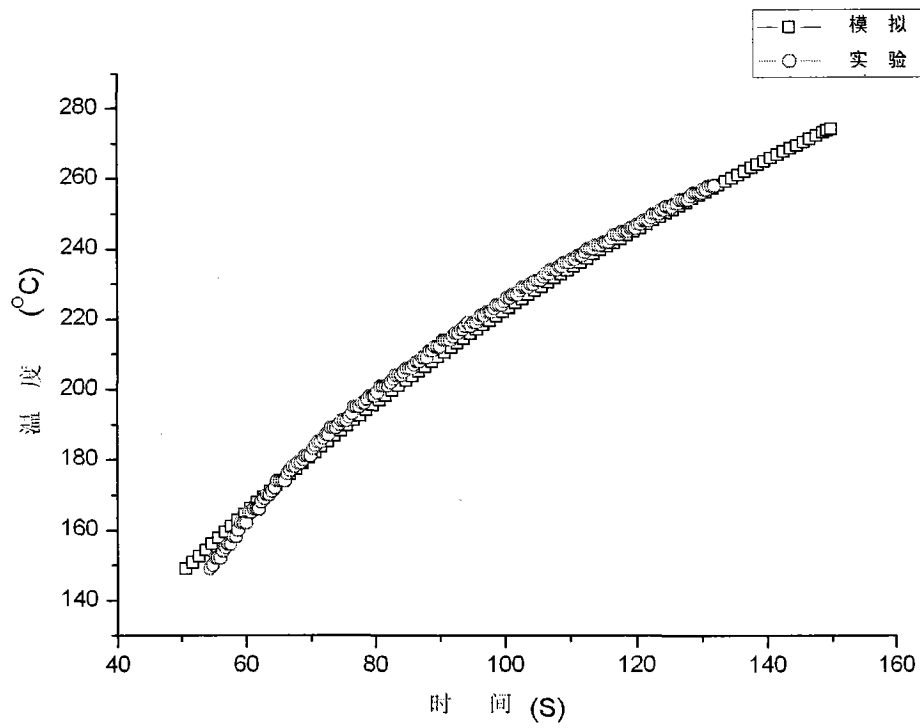


图 6c