

## 一种用于艾条差异性分析的方法

丁家峰<sup>1</sup>, 曾尧<sup>1</sup>, 李新梅<sup>1</sup>, 楚鑫<sup>1</sup>, 梁健<sup>1</sup>, 许雪梅<sup>1</sup>, 丁一鹏<sup>1</sup>, 常小荣<sup>2</sup>, 刘密<sup>2</sup>

1. 中南大学物理与电子学院, 湖南 长沙 410083; 2. 湖南中医药大学针灸推拿学院, 湖南 长沙 410208

**【摘要】目的:**通过分析艾灸的热学特性,建立最优热源强度模型以便快速区分艾条差异,提高艾灸疗效。**方法:**应用传热学的基本理论,建立最优热源强度模型,搭建实验平台,采集实验数据,对实验数据进行预处理,并通过模型计算出每个样本的最优热源强度,通过对比不同直径、不同种类的3种样本艾条的最优源热强度,快速区分3种艾条之间差异。**结果:**大直径的纯艾条最优热源强度比小直径的纯艾条高,相同直径纯艾条的最优热源强度比温和灸艾条高。对3种样本进行非参数检验的显著性水平小于0.05,说明3个样本的最优热源强度差异显著。**结论:**艾条最优热源强度随艾条直径和种类而变化,通过艾灸的最优热源强度模型可以快速区分艾条之间的差异,减小艾灸副作用,提高艾灸疗效,同时也为艾灸从业者提供参考。

**【关键字】**艾灸;艾条;传热学;最优热源强度模型;差异

**【中图分类号】**TK124, R245-0

**【文献标志码】**A

**【文章编号】**1005-202X(2018)07-0816-06

## A method for moxa difference analysis

DING Jiafeng<sup>1</sup>, ZENG Yao<sup>1</sup>, LI Xinmei<sup>1</sup>, CHU Xin<sup>1</sup>, LIANG Jian<sup>1</sup>, XU Xuemei<sup>1</sup>, DING Yipeng<sup>1</sup>, CHANG Xiaorong<sup>2</sup>, LIU Mi<sup>2</sup>

1. School of Physics and Electronics, Central South University, Changsha 410083, China; 2. Acupuncture and Massage College, Hunan University of Chinese Medicine, Changsha 410208, China

**Abstract: Objective** To analyze the thermal characteristics of moxibustion and establish the optimal heat source intensity models for quickly distinguishing the differences of moxa and improving the therapeutic efficacy of moxibustion. **Methods** The basic theory of heat transfer was applied to establish the optimal heat source intensity model, and then an experiment platform was set up. The experimental data were collected and preprocessed, and the optimal heat source intensity of each sample was obtained by model calculation. By comparing the optimal heat source intensity of 3 samples of different diameters and different types, the differences among the 3 kinds of moxa were quickly distinguished. **Results** The optimal heat source intensity of pure moxa with large diameter was higher than that of the small one. As to same diameter, the optimal heat source intensity of pure moxa was higher than that of the mild one. The significance levels of nonparametric test on the 3 samples were less than 0.05, which indicated that the differences in the optimal heat source intensity of the 3 samples were significant. **Conclusion** The optimal heat source intensity varies with the diameters and types of moxa. The differences among different kinds of moxa can be quickly distinguished by the optimal heat source intensity model of moxibustion, which can reduce the side effects and improve the curative effect of moxibustion, providing a reference for moxibustion practitioners.

**Keywords:** moxibustion; moxa; heat transfer; optimal heat source intensity model; difference

## 前言

艾灸源于中国远古时代,作为中国传统医学的

重要组成部分,具有很深远的研究意义<sup>[1-3]</sup>。艾灸主要是通过艾条燃烧给予人体某些基本特定部位一定的热刺激以达到防病治病的目的<sup>[4]</sup>。研究表明艾灸能够治疗多达364种疾病,但是在临床治疗过程中发现艾灸在治疗疾病的同时也存在一些副作用<sup>[5]</sup>,例如:灼烧、疼痛、感染以及色素过度沉积等<sup>[6-7]</sup>。引起这些副作用的主要因素是施灸时所使用的艾条之间的差异很难被治疗师准确判断。在临床治疗过程中,反映艾灸疗效的参数有温度、物位(即灸距)、灸量以及艾条种类(即灸材)等。吴璐一等<sup>[8]</sup>分析了不

**【收稿日期】**2018-05-20

**【基金项目】**国家重点基础研究发展计划“973计划”项目(2015CB554502);  
国家自然科学基金(61501525)

**【作者简介】**丁家峰,博士,副教授,主要研究方向:艾灸热学特性研究,  
E-mail: csjfding@qq.com

**【通信作者】**李新梅,博士,副教授,主要研究方向:艾灸热学特性研究,  
E-mail: 1584245685@qq.com

同灸距、不同灸材等因素对艾灸温度变化的影响,表明了艾灸疗效和温度之间的关系。国外的研究学者Noh等<sup>[9]</sup>对比了单柱艾条和三柱艾条艾灸时引起皮肤表面温度和血液灌注之间的差异。通过前述分析可知艾灸疗效是温度、物位以及灸材等因素综合影响的结果。但通过分析艾灸的热学特性可进一步发现艾条燃烧过程是非稳态导热过程,不仅与温度有关,它还涉及到艾条燃烧面移动的问题,应用单独的某个参数判断艾灸疗效的好坏不够充分。因此,应用热学参数——热源强度来表征艾条差异,建立热源强度与温度、物位以及燃烧速度有关的数学模型是合理并有效的。

在生物传热学领域,计算热源强度是一种典型的逆热传导方法。İltiştir等<sup>[10]</sup>通过假定某些物理特性已知,通过测量身体内部温度值探讨热源强度的函数。在其它领域,热源强度也被广泛研究。李娜等<sup>[11]</sup>采用蒙特卡罗方法分别考察了空间燃烧和附墙燃烧方式对双面辐射方箱炉热强度分布的影响。吴波等<sup>[12]</sup>应用有限元模型进行了计算分析,发现气缸盖的热强度在一定程度上是能够被定量表征的。可见,热源强度逐渐被应用于各个领域,但是应用于艾灸方面的研究较少,且随着艾灸热效应的研究方法呈多样化发展,应用热源强度来评价艾条差异是必然的发展趋势。

本文拟从机理研究和实验验证两方面进行论述,从传热学的基本原理<sup>[13-14]</sup>出发,建立热源强度模型,结合数字温度传感器技术<sup>[15]</sup>和图像识别技术采集实验数据,对不同样本艾条进行分析,计算出每个样本的最优热源强度,进而判断出使用不同样本艾条艾灸时产生的热效应差异。

## 1 艾灸热源强度建模

为了快速评价艾条差异,提高艾灸疗效。通过对艾灸热效应的机理分析,建立艾灸时在理想实验环境下的热传递方程,结合坐标系转换和边界条件,获得与过余温度、热源强度、燃烧距离相关的模型类,进一步利用最小二乘最优求解技术得出艾灸的最优热源强度模型。

在理想实验环境下艾灸的燃烧过程遵循能量守恒定律,微元体内能量守恒的示意图如图1所示。

根据能量守恒定律、傅里叶定律和牛顿冷却定律得出在定坐标系中艾条燃烧的传热微分方程为:

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = a \left( \frac{\partial^2 \theta}{\partial x^2} - \frac{hP}{\lambda A_c} \theta \right) \quad (1)$$

其中,  $a$  为热扩散率,且  $a = \lambda / (\rho c)$ ,  $\theta$  为过余温度,表示艾条燃烧时测温点的温度与环境温度之差,且

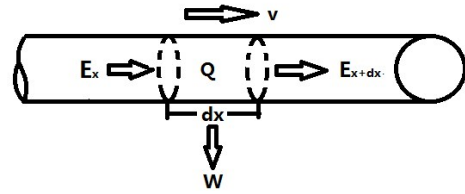


图1 微元体内能量守恒示意图

Fig.1 Schematic diagram of the energy conservation in the infinitesimal body

$\theta = T - T_\infty$ ,  $T$  为艾条燃烧的温度,  $T_\infty$  为环境温度,  $t$  表示艾灸燃烧的时间,  $x$  为定坐标系中艾条物位,  $\lambda$  为导热系数,  $h$  为表面传热系数,  $\rho$  为密度,  $c$  为比热容,  $P$  为艾条周长,  $A_c$  为艾条截面积。

由于艾灸过程是非稳态导热问题,因此可以通过坐标系的转换将非稳态导热转换为稳态导热问题,建立在动坐标系下的传热方程:

$$\frac{d^2 \theta}{d\xi^2} + \frac{v}{a} \frac{d\theta}{d\xi} - m^2 \theta = 0 \quad (2)$$

式中,  $v$  为燃烧速度,  $\xi$  为动坐标系中艾条物位(艾灸时燃烧面到测温点的距离),  $m$  为中间变量且  $m = \sqrt{hP/(\lambda A_c)}$ 。

求解方程(2)得出其通解,结合上述假设,设置边界条件,利用边界条件得出在艾条正方向处的温度分布为:

$$\theta = \frac{q}{2\lambda \sqrt{\left(\frac{v}{2a}\right)^2 + m^2}} \cdot \exp\left\{-\left[\sqrt{\left(\frac{v}{2a}\right)^2 + m^2} + \frac{v}{2a}\right]\xi\right\} \quad (3)$$

由上式可求出艾灸时瞬时热源强度的数学表达式为:

$$q = \theta \left( 2\lambda \sqrt{\left(\frac{v}{2a}\right)^2 + m^2} \right) \cdot \exp\left\{\left[\sqrt{\left(\frac{v}{2a}\right)^2 + m^2} + \frac{v}{2a}\right]\xi\right\} \quad (4)$$

由式(4)可知瞬时热源强度  $q(\theta, \xi)$  是关于物位和过余温度的函数关系式,即在物位和过余温度已知情况下,可以通过式(4)快速求出该瞬时热源强度。

通过分析由式(3)可以进一步获得与过余温度、热源强度、燃烧距离相关的模型类为:

$$\theta = c_0 \cdot q \cdot e^{-C_3 \xi} \quad (5)$$

式中,  $c_0 = 1/2\lambda \sqrt{(v/(2a))^2 + m^2}$ ,  $C_3 = \sqrt{(v/(2a))^2 + m^2} + v/(2a)$ 。

应用最小二乘最优评价准则,拟合得艾灸热源强度最佳估计值的表达式为:

$$q = \frac{\sum x_i \sum \theta_i - n \sum x_i \theta_i}{(\sum x_i)^2 - n \sum x_i^2} \quad (6)$$

式中,  $x_i = c_0 \cdot e^{-C_3 \xi_i}$ ,  $\xi_i$  表示每一个采集点对应的物位。

针对艾灸过程中的样本数据序列,结合最小二乘最优求解技术对其进行分析处理,最终得到了艾

灸热源强度的最优参数辨识。

## 2 实验平台和方案

### 2.1 实验仪器和材料

自制灸架仪;DS18B20 数字温度传感器,测温范围为-55℃~+125℃,测温精度为±0.5℃,测温周期为270 ms;普通计时器,最小计时单位0.01 s;高清USB摄像头,分辨率高达2 304×1 536;3种艾条样本(分别记为样本一、样本二和样本三),具体参数如表1所示。

表1 艾条参数表(m)  
Tab.1 Moxa parameter table (m)

Parameter	Sample one: Pure moxa	Sample two: Mild moxa	Sample three: Pure moxa
Diameter	0.018	0.018	0.015
Length	0.20	0.20	0.16

### 2.2 实验平台搭建

应用上述仪器搭建如图2所示的实验数据采集平台,平台由3部分组成。第一部分由灸架仪及实验艾条组成,主要是方便调节艾灸高度和更换实验艾条。第二部分由图像采集系统和计时器组成,图像采集系统主要由高清摄像头组成,记录艾灸过程中艾条的燃烧物位随时间变化的数据,获取艾条的燃烧速度。第三部分由温度采集系统和计算机构成,温度采集系统主要由DS18B20组成,采集艾条燃烧时温度随时间变化的数据。对采集到实验数据进行预处理,并利用上述模型计算出艾条的热源强度。

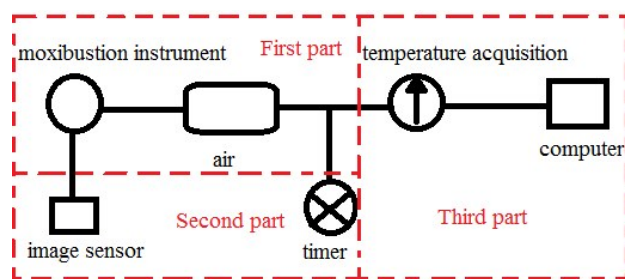


图2 实验平台结构图

Fig.2 Experimental platform structure

### 2.3 实验方案设计

通过实验对比3种不同的艾条样本之间的差异,并针对它们设计了如下实验步骤。步骤一:利用上述实验平台采集艾条在燃烧过程中的温度随时间变

化的数据和燃烧物位随时间变化的数据,分别对它们进行预处理,进一步获得每个样本的过余温度(实验平台采集的温度数据减去环境温度所得)随物位变化的数据和艾条的燃烧速度;步骤二:应用最优热源强度模型对经过预处理的实验数据进行处理,计算出每个样本的最优热强度,通过对比每个样本的最优热源强度来判断艾条差异。本实验采用多样本重复实验的方式,降低实验偶然性,增加实验结果可信度。每个样本重复测量3次,每组实验间隔4 h,使得测量环境在整个测量过程中保持相对稳定,减少外部因素对实验结果的影响。

## 3 实验与结果分析

### 3.1 数据采集和预处理

文献[16-18]中指出艾灸的安全距离范围为3~4 cm左右,为了更加精准地描述艾灸过程中艾条燃烧的整个范围,在实验过程中扩大测量范围,选取距离温度传感器1 cm的初始点放置艾条,从艾条点燃时开始采集数据,直到艾条燃烧面距离温度传感器6 cm为止。通过实验平台分别采集样本一、样本二和样本三在燃烧过程中的温度、物位随时间变化的数据。对实验数据进行预处理,过程分为两步:(1)应用最小二乘最优求解技术对物位-时间实验数据进行拟合,获得每种样本艾条的最优燃烧速度;(2)为了排除环境温度对实验结果的影响,将采集的温度数据扣除环境温度,得到过余温度随时间变化的温度序列,为模型提供温度数据。经过预处理后的实验数据如图3所示,图3a~c分别为3个样本经过预处理后实验数据图(图中的纵坐标分别为过余温度和物位),表示艾条燃烧过程中过余温度和物位随时间变化情况。从图3中可见,对不同的样本或同一样本的多次测量下,体系中过余温度均随时间的增加而减小,物位随时间的增加而增大。通过最小二乘最优求解技术对物位随时间变化的数据进行优化处理,可得出每个样本的最优燃烧速度,经过计算可知样本一、样本二以及样本三的最优燃烧速度分别为 $2.45022 \times 10^{-5}$ 、 $2.56380 \times 10^{-5}$ 以及 $3.02632 \times 10^{-5}$  m/s。

### 3.2 艾灸最优热源强度对比分析

结合上述经过预处理后艾条燃烧的过余温度随时间变化的温度序列和艾条的最佳燃烧速度,得出每个样本的过余温度-物位分布图,并将数据代入最优热源强度模型,可计算出每个样本的最优热源强度。图4a~c所示分别为3个样本艾条燃烧时的过余温度随燃烧面随物位变化的温度分布曲线,由图4可知每个样本过余温度随燃烧物位的增大而降低,这



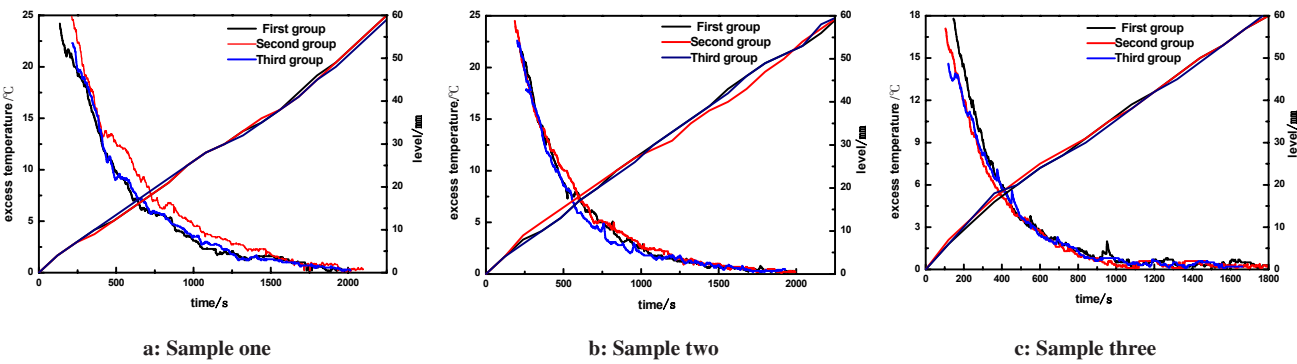


图3 过剩温度与物位随时间变化曲线  
Fig.3 Curves of excess temperature and material level changing with time

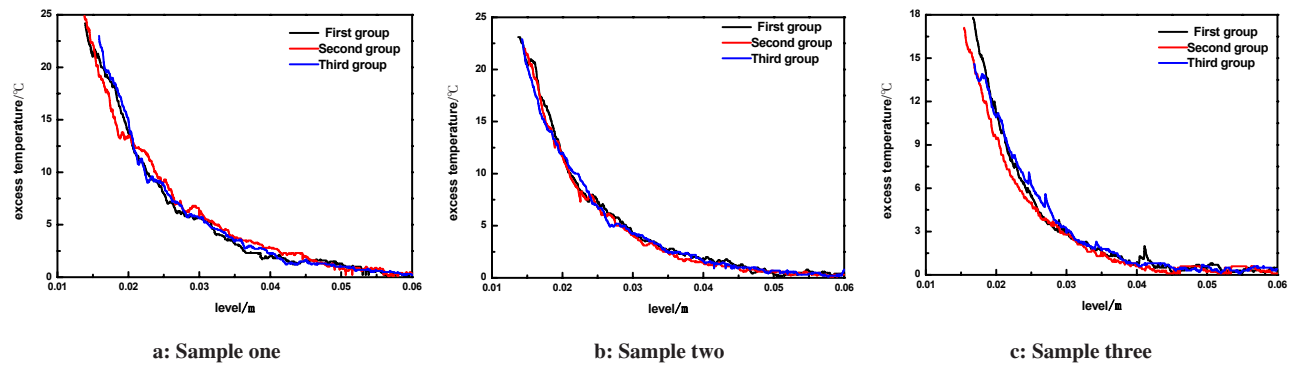


图4 过剩温度随物位变化曲线  
Fig.4 Curves of excess temperature changing with material level

与图3所示的物位随时间的增加而增大、过剩温度随时间的增加而减少的结果完全相符。而且,对同一样本经过3次重复测量后艾条规律大致相同,所以单纯从温度分布图并不能直观地反映出艾条差异。把过剩温度随物位变化数据代入公式(6),用最优热源

强度来快速表征每种样本艾条在艾灸过程中热效应的大小,以便快速区分艾条差异,艾灸最优热源强度的计算结果以及对应的标准偏差( $\sigma$ )相对标准偏差(RSD)数据见表2。

表2 各样本艾条的最优热源强度  
Tab.2 Optimal heat source intensity of each sample

Parameter	Sample one ( $q_1$ )	Sample two ( $q_2$ )	Sample three ( $q_3$ )
First group/ $W \cdot m^{-2}$	416.736 7	380.904 1	318.460 6
Second group/ $W \cdot m^{-2}$	428.846 5	381.270 2	310.582 5
Third group / $W \cdot m^{-2}$	410.359 8	368.183 0	315.554 9
Average value ( $\bar{q}$ ) / $W \cdot m^{-2}$	418.647 7	376.785 8	314.866 0
Standard deviation ( $\sigma$ ) / $W \cdot m^{-2}$	7.667 18	6.084 91	3.252 90
RSD/%	1.83	1.61	1.03

RSD: Relative standard deviation

表 2 中 :  $\bar{q} = \frac{q_1 + q_2 + \cdots + q_n}{n}$  ,  $\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (q_i - \bar{q})^2}{n}}$  ,  $RSD = \frac{\sigma}{\bar{q}}$  , 其中,  $n$  表示测量次数,  $q_i$  表示

艾条第 $i$ 次的最优热源强度,  $q$  表示最优热源强度的平均值。

RSD 是一种量度数据分布的分散程度的标准, 用以衡量数据值偏离算术平均值的程度。相对标准偏差越小, 这些值偏离平均值就越少, 反之亦然。从表中计算得到的数据可知, 3 个样本实验结果 RSD 都小于 2%, 说明实验的精密度很高, 满足热源强度计算的要求。为了排除实验结果具有偶然性, 应用非参数检验法对 3 个样本进行分析, 指定显著性水平为 0.05, 经分析可知 3 个样本的最优热源强度差异显著, 且差异具有统计学意义。

3 个样本最优热源强度的平均值满足  $q_1 > q_2 > q_3$  的关系, 根据平均值能用部分样本反映大量样本的整体水平这一特性可知, 样本一的热源强度最高, 样本三的热源强度最低。但是对每个样本热源强度计算结果的标准差进一步分析, 样本三最优热源强度的计算结果离散程度最低。由此可知, 样本一的热源强度最大, 但是每组计算结果的波动程度大, 样本三的热源强度最低, 但是热源强度的波动较小, 主要集中在平均值范围内。总之, 种类相同时, 直径大的艾条最优热源强度大, 直径小的艾条最优热源强度小; 直径相同时, 纯艾条的最优热源强度大于温和灸艾条。结果表明, 应用最优热源强度模型可以估计出艾灸的最优热源强度, 以达到快速区分艾条差异、提高艾灸治疗效率目的。

#### 4 结 论

(1) 本文应用多学科交叉的作用机理, 通过分析艾灸的热学特性, 从传热学的基本原理出发, 建立了区分艾条差异的最优热源强度模型, 并利用实验对模型进行了验证。

(2) 应用统计学的知识对实验结果进行分析, 结果表明不同直径、不同种类的艾条之间存在差异, 且差异具有统计学意义。

(3) 热源强度分析法相比与传统手段更加快速、简便、有效。通过建立与温度、物位、燃烧速度等相关的最优热源强度模型, 计算出不同种类艾条的最优热源强度, 进而快速判别艾条差异, 从而提高艾灸疗效。而且热源强度分析法简化了评价过程, 不需要像传统的评价手段进行复杂的比较分析过程, 只需应用热源强度一个热学参数就能够表征艾条差异。

本文在一定程度上弥补了艾灸热传导模型研究的空白, 但是艾灸时艾条燃烧产生的热量经过空气介质传递到人体表面皮肤会这个过程是十分复杂的, 因此文中将艾灸的传热过程进行了合理简化, 并

从传热学角度阐述了不同艾条之间存在差异。应用艾灸最优热源强度模型可以快速区分艾条差异, 为阐明艾灸的作用机理提供理论支持, 同时也为艾灸从业者提供技术指导。

#### 【参考文献】

- [1] YI S H. Thermal properties of direct and indirect moxibustion[J]. J Acupunct Meridian Stud, 2009, 2(4): 273-279.
- [2] MORI H, KUGE H, TANAKA T H, et al. Is there a difference between the effects of single and triple indirect moxibustion stimulations on skin temperature changes of the posterior trunk surface?[J]. Acupunct Med, 2011, 29(2): 116-121.
- [3] 李洪娟, 崔学伟. DAJ-4 多功能艾灸仪与传统艾灸热效应差异研究[J]. 中国针灸, 2013, 33(1): 71-74.  
LI H J, CUI X W. Research on the thermal effect difference between DAJ-4 multi-function moxibustion instrument and traditional moxibustion[J]. Chinese Acupuncture & Moxibustion, 2013, 33(1): 71-74.
- [4] 许培昌, 李达良, 崔淑丽. 不同施灸距离对人体体表皮肤温度的影响——论施灸的安全距离[J]. 中国针灸, 2012, 32(7): 611-614.  
XU P C, LI D L, CUI S L. Impacts on the skin temperature by the different distances of moxibustion: discussion on the safe distance of moxibustion[J]. Chinese Acupuncture & Moxibustion, 2012, 32(7): 611-614.
- [5] CUI J M, YANG X X, JINZ H, et al. Effect of acupoint Sanyinjiao (SP6) moxibustion on the first stage of labor and uterine contractive pain in primiparae[J]. Chinese Journal of Integrative Medicine, 2011, 17(6): 464-466.
- [6] 沈雪勇, 丁光宏, 褚君浩, 等. 传统艾灸与替代物灸和人体穴位红外辐射光谱比较[J]. 红外与毫米波学报, 2003, 22(2): 123-126.  
SHEN X Y, DING G H, CHU J H, et al. Comparison of infrared radiation spectrum of traditional moxibustion, substitute moxibustion and acupoints of human body[J]. Journal of Infrared and Millimeter Waves, 2003, 22(2): 123-126.
- [7] LIN L M, WANG S F, LEE R P, et al. Changes in skin surface temperature at an acupuncture point with moxibustion[J]. Acupunct Med, 2013, 31(2): 195-200.
- [8] 吴璐一, 杨玲, 周次利, 等. 艾灸温度影响因素及与疗效关系研究进展[J]. 环球中医药, 2013, 6(4): 309-313.  
WU L Y, YANG L, ZHOU C L, et al. Discussion on the influence factors of moxibustion temperature and the relationship between temperature and the effect of moxibustion[J]. Global Traditional Chinese Medicine, 2013, 6(4): 309-313.
- [9] NOH S H, LEE B R, YIM Y K. Single and triple moxibustion with large, indirect moxa induced differential effects on skin temperature and blood perfusion in healthy human subjects: counterevidence to a previous report[J]. Complement Ther Med, 2014, 22(2): 311-319.
- [10] ILTIŃŠ I, ILTIŃA M. Determination of heat source intensity inside a plate[J]. J Bacteriol, 2010, 101(1): 58-64.
- [11] 李娜, 杨军卫, 姚永杰, 等. 基于蒙特卡罗方法的双面辐射方箱炉热强度分布的模拟[J]. 石油化工, 2017, 46(2): 222-226.  
LI N, YANG J W, YAO Y J, et al. Simulation of heat flux distribution in the box furnace using the Monte Carlo method[J]. Petrochemical Technology, 2017, 46(2): 222-226.
- [12] 吴波, 王增全, 解志民, 等. 高强度蠕铁气缸盖热强度的分析与评价[J]. 汽车工程, 2016, 38(5): 646-651.  
WU B, WANG Z Q, XIE Z M, et al. Analysis and evaluation on the

- thermal intensity of a highly intensified compacted graphite cast iron cylinder head[J]. Automotive Engineering, 2016, 38(5): 646-651.
- [13] 李友荣. 高等传热学[M]. 北京: 科学出版社, 2013: 70-74.
- LI Y R. Advanced heat transfer [M]. Beijing: Science Press, 2013: 70-74.
- [14] 贾力, 方肇洪. 高等传热学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2008: 101-104.
- JIA L, FANG Z H. Advanced heat transfer [M]. Beijing: Higher Education Press, 2008: 101-104.
- [15] 杨海波, 张玮, 刘晓静, 等. 一种基于数字温度传感器DS18B20的多功能电子温度计设计[J]. 中国医学物理学杂志, 2013, 30(1): 3890-3893.
- YANG H B, ZHANG W, LIU X J, et al. A multifunction electronic thermometer design based on digital temperature sensor DS18B20[J]. Chinese Journal of Medical Physics, 2013, 30(1): 3890-3893.
- [16] 刘琼, 孙天爱, 梁昊, 等. 艾灸温和灸的灸感与施灸距离关系的临床观察[J]. 针灸推拿医学, 2017, 15(4): 237-241.
- LIU Q, SUN T A, LIANG H, et al. Clinical observation on the correlation between moxibustion sensation and distance of moxa stick [J]. Journal of Acupuncture and Tuina Science, 2017, 15(4): 237-241.
- [17] 戴国斌, 刘琼, 孙天爱, 等. 温和灸感传体温和灸距关系的研究[J]. 世界针灸杂志, 2017, 27(4): 13-19.
- DAI G B, LIU Q, SUN T A, et al. Relationship between the sensor temperature and moxibustion distance of mild moxibustion[J]. World Journal of Acupuncture-Moxibustion, 2017, 27(4): 13-19.
- [18] 贵定严, 孙天爱, 梁昊, 等. 不同距离温和灸正常人足三里穴位对脑功能成像的影响[J]. 针灸推拿医学, 2017, 15(4): 223-229.
- BI D Y, SUN T A, LIANG H, et al. Influence of different-distance mild moxibustion at Zusanli (ST 36) on functional brain imaging in healthy population[J]. Journal of Acupuncture and Tuina Science, 2017, 15(4): 223-229.

(编辑: 薛泽玲)