

文章编号:1673-9469(2012)02-0098-06

不同可食涂膜剂复配及其对鸡蛋保鲜效果研究

刘美玉¹, 司伟达², 崔建云², 任发政²

(1. 河北工程大学 食品科学技术系, 河北 邯郸 056006; 2. 中国农业大学 食品科学与营养工程学院, 北京 100083)

摘要:采用混料回归设计方法中单纯形格子设计对15%面筋蛋白、2.5%壳聚糖和15%玉米醇溶蛋白三种可食性涂膜剂进行复配。通过比较其对鸡蛋失重率、蛋黄系数、蛋白系数和蛋白pH等品质指标的影响,得出三者最佳复配比分别为58%~79%、17%~40%、2%~18%,试验为制备新型的鸡蛋涂膜保鲜剂提供了技术依据。

关键词:鸡蛋;可食性涂膜剂;复配;保鲜

中图分类号:TS253

文献标识码:A

Study on complex formulation of different edible coatings and its preservation effect of eggs

LIU Mei-yu¹, SI Wei-da², CUI Jian-yun², REN Fa-zheng²

(1. Department of Food Science, Hebei University of Engineering, Hebei Handan 056006, China;

2. College of Food Science and Nutrition Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, China)

Abstract: The 3 edible coatings of 15% wheat gluten, 2.5% chitosan and 15% corn zein were made complex formulation with the method of the simplex lattice mixture design of the regression design method of the mixing material. By comparing the indices of weight loss rate, yolk index, albumen index and the value of albumen pH, the results show that the optimal values of 15% wheat gluten, 2.5% chitosan 15% corn zein in the mixture are 58%~79%, 17%~40%, 2%~18% respectively. The results provide the technique basis for the new edible coatings of eggs.

Key words: egg; edible coatings; complex formulation; preservation

涂膜保鲜剂可很好的保持鸡蛋的品质^[1],常用的涂膜剂分非可食性和可食性涂膜剂两类,非可食性涂膜剂是一些化学试剂如液体石蜡、聚乙炔醇、凡士林等,此类原料廉价、易得,使用方便,但有潜在的毒副作用;可食性涂膜剂以多糖、蛋白质、脂类等天然可食性物质为原料,添加可食性的增塑剂、交联剂等,通过不同分子间的相互作用形成网络结构^[2],以涂抹、浸渍、喷洒等形式覆盖于食品表面,阻隔水蒸气、CO₂等气体或各种溶质渗透,起保鲜食品的作用,其符合天然、无添加的消费观念,备受人们推崇。但单个可食性涂膜剂各有优缺点,多个可食性涂膜剂复配以相互取长补短成为研制新型可食性涂膜剂的发展趋势。本研

究利用混料回归设计对15%面筋蛋白、2.5%壳聚糖和15%玉米醇溶蛋白进行复配,并比较其对鸡蛋失重率、蛋黄系数、蛋白系数和蛋白pH等品质指标的影响,以期获得最佳复配配比。

1 材料与方法

1.1 材料与设备

材料:选自中国农业大学动物科技学院实验鸡场矮脚鸡当天产鲜蛋。壳聚糖、玉米醇溶蛋白和面筋蛋白均为市售,苯甲酸钠、氢氧化钠、乙酸和甘油均为化学纯试剂。

设备:ALC-2100.2型电子天平(Acculab公司);游标卡尺(精度0.02 mm,哈尔滨量具刀具集团有限责任公司);40目标准筛(五星冲压筛具厂);pH211型pH酸度计(HANNA公司);LRH-250型恒温培养箱(广东医疗器械厂);300型电子数显外径千分尺(成都成量有限公司);90-1型恒温磁力搅拌器(上海沪西分析仪器厂)等。

1.2 试验方法

表1 混料回归设计试验方案

Tab. 1 Mixtures composition in a three-component constrained simplex lattice mixture design

试验点	X_1 (15%面筋蛋白)	X_2 (2.5%壳聚糖)	X_3 (15%玉米醇溶蛋白)	X_1	X_2	X_3
1	1	0	0	100%	0	0
2	0	1	0	0	100%	0
3	0	0	1	0	0	100%
4	0.5	0.5	0	50%	50%	0
5	0.5	0	0.5	50%	0	50%
6	0	0.5	0.5	0	50%	50%

(1) 涂膜液的制备

玉米醇溶蛋白溶液:取15 g玉米醇溶蛋白,6 g甘油,加入到100 mL的95%乙醇溶液中。

面筋蛋白溶液:取15 g面筋粉,6.2 g甘油,加入到45 mL蒸馏水中,再加入85 mL 95%乙醇,用6.0 mol/L NaOH调到pH10.0,加热溶液到40℃^[4]。

壳聚糖溶液:取2.5 g壳聚糖加入到100 mL蒸馏水中,加入1 mL乙酸,0.75 mL甘油^[5]。

(2) 试验分组与处理

取420枚鸡蛋随机分为6组,每组70枚。按试验设计中16个试验点的要求分别涂膜。鸡蛋首先在沸水中浸渍3 s消毒,然后在配制好涂膜液中浸泡1 min,捞出沥干,放于25℃恒温箱内(模拟室温条件)贮藏30 d,每5 d检测一次,每次每组10枚鸡蛋。

1.3 检测指标

(1) 失重率。鸡蛋在贮藏前后的失重百分比,即(贮前重量-贮后重量)/贮前重量,用电子天平称重。

(2) 蛋黄系数。沿横向磕破蛋壳,将蛋内容物全部流入玻璃平皿内,用游标卡尺测量蛋黄高度与直径,蛋黄高度与蛋黄直径之比为蛋黄系数。

(3) 蛋白系数。将去除蛋黄的蛋内容物倒入标准检验筛,静置过滤2 min滤去稀蛋白,所剩蛋

白即为浓蛋白,浓蛋白与稀蛋白质量之比即为蛋白系数。

试验设计方案见表1。
采用混料回归设计方法^[3],利用三分量二次多项式模型{3,2}单纯形格子设计,该设计包含6个试验点: $(x_1, x_2, x_3) = (1, 0, 0), (0, 1, 0), (0, 0, 1), (0.5, 0.5, 0), (0.5, 0, 0.5), (0, 0.5, 0.5)$,
回归方程为

$$Y = b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_{12} + b_{13}x_{13} + b_{23}x_{23}$$

白即为浓蛋白,浓蛋白与稀蛋白质量之比即为蛋白系数。

(4) 蛋白pH值。用pH计进行测量

2 结果与分析

2.1 复配保鲜涂膜剂对鸡蛋失重率的影响

采用JMP统计分析软件对数据进行分析,结果见表2、表3。可以看出,鸡蛋的失重率使用壳聚糖(第2组)时最大,使用面筋蛋白(第1组)时最小。回归分析表明,壳聚糖与玉米醇溶蛋白之间相互作用,这两种涂膜剂复配时可以降低失重率。由等值线图1可以看出,添加量趋于面筋蛋白的顶点时,失重率越小。而添加量趋于壳聚糖的顶点时,失重率增大。

失重率是衡量鸡蛋品质和保存经济价值的重要指标,降低失重率是鸡蛋保鲜技术的关键。蛋壳上气孔是鸡蛋呼吸和内外物质交换的主要通道,蛋内水分和CO₂通过气孔向外逸出^[6],鸡蛋质量减轻,故随贮藏时间延长,鸡蛋失重率逐渐升高。蛋内水分蒸发的多少主要与蛋壳上气孔的数量多少、大小及环境温湿度等有关。鸡蛋涂膜后堵塞气孔,减少了蛋内水分蒸发和CO₂逸出^[7],降低了失重率。

表2 不同组别的鸡蛋保鲜效果

Tab.2 Experiment results for each formulation

参数	试验组					
	1	2	3	4	5	6
贮藏 30 d 失重率/%	3.00 ± 0.25 ^a	3.65 ± 0.21 ^b	3.52 ± 0.19 ^b	3.37 ± 0.25 ^b	3.47 ± 0.23 ^b	3.38 ± 0.17 ^b
贮藏 15 d 蛋黄系数	0.40 ± 0.033 ^a	0.40 ± 0.015 ^a	0.41 ± 0.023 ^a	0.43 ± 0.013 ^a	0.41 ± 0.017 ^a	0.41 ± 0.021 ^a
贮藏 15 d 蛋白系数	2.41 ± 0.16 ^a	1.83 ± 0.18 ^b	2.14 ± 0.24 ^{ab}	2.99 ± 0.18 ^c	2.28 ± 0.23 ^a	2.80 ± 0.21 ^c
贮藏 5 d 的蛋白 pH	8.42 ± 0.037 ^a	8.32 ± 0.031 ^b	8.45 ± 0.045 ^a	8.18 ± 0.040 ^c	8.43 ± 0.032 ^a	8.36 ± 0.033 ^{ab}

表3 混合设计试验的回归系数

Tab.3 Regression coefficients and correlation for the adjusted model to experimental data in mixtures design

参数	线性关系			非线性关系		
	β_1	β_2	β_3	β_{12}	β_{13}	β_{23}
贮藏 30 d 的失重率/%	3.003	3.657	3.525	0.131	0.813	-0.880
贮藏 15 d 的蛋黄系数	0.401	0.401	0.409	0.091	0.014	-0.006
贮藏 15 d 的蛋白系数	2.429	1.851	2.160	3.045	1.185	2.846
贮藏 5 d 的蛋白 pH	8.422	8.322	8.452	-0.453	-0.793	-0.133

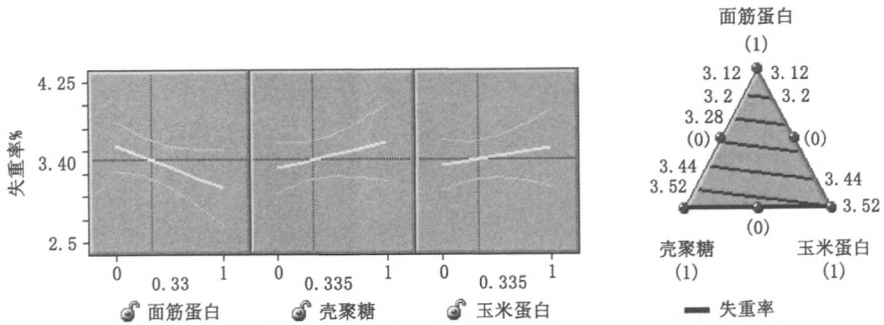


图1 复配涂膜剂对失重率影响的等值线图

Fig.1 Isoresponse contour plots for predicted weight losing rate elaborated with wheat gluten, corn zein and chitosan

2.2 复配保鲜涂膜剂对蛋黄系数的影响

由表2、表3可以看出,鸡蛋的蛋黄系数在使用面筋蛋白+壳聚糖时(第4组)最大,使用面筋蛋白(第1组)和壳聚糖(第2组)时最小。回归分析表明,面筋蛋白和壳聚糖、玉米醇溶蛋白有协同作用。由等值线图2可以看出,当趋于面筋蛋白的顶点时,蛋黄系数呈线性增加。

蛋黄系数可反映蛋黄膜的强度,判断鸡蛋的新鲜度。蛋黄膜是一层半透性膜,鸡蛋贮藏期间,蛋白内的水分通过蛋黄膜向蛋黄扩散,蛋黄逐渐变稀,同时蛋黄膜弹性降低,使蛋黄逐渐变稀、体积增大,蛋黄系数逐渐减小。蛋黄膜弹性变化与

蛋内酶、贮藏温度等有密切关系,鸡蛋涂膜后减少了蛋内 CO₂ 逸出、水分蒸发和蛋外 O₂、微生物等向蛋内渗透,抑制了蛋内酶的活性,减弱了酶对蛋黄膜的破坏作用,减缓了蛋黄系数减小的速度。

2.3 复配保鲜涂膜剂对蛋白系数的影响

由表2、表3可以看出,鸡蛋的蛋白系数在使用面筋蛋白+壳聚糖时(第4组)最大,使用壳聚糖时(第2组)最小。回归分析表明,三种涂膜剂两两之间都具有协同作用,说明任何两种涂膜剂复配时均可以增大蛋白系数。由等值线图3可以看出,当趋于壳聚糖的顶点时,蛋白系数呈线性降低。

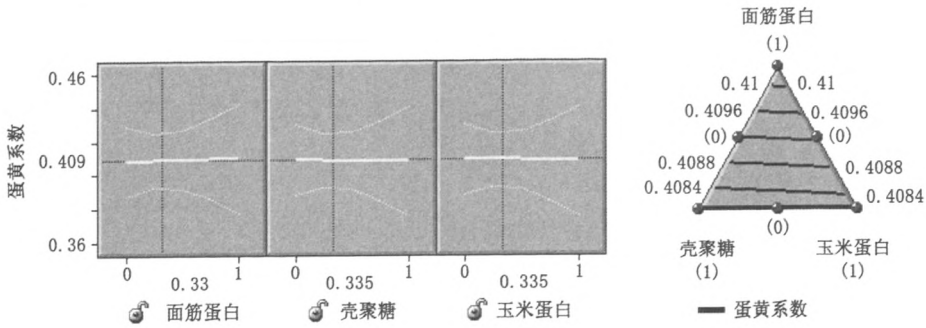


图2 复配涂膜剂对蛋黄系数影响的等值线图

Fig.2 Isoresponse contour plots for predicted yolk coefficient elaborated with wheat gluten, corn zein and chitosan

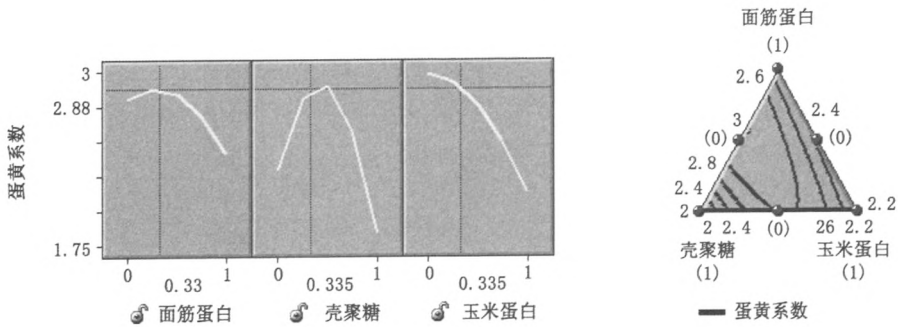


图3 复配涂膜剂对蛋白系数的影响

Fig.3 Isoresponse contour plots for predicted albumen coefficient elaborated with wheat gluten, corn zein and chitosan

蛋白系数是判断鸡蛋质量优劣的重要指标,鲜蛋浓蛋白含量多,约占全蛋的 50% - 60%,在贮藏过程中,浓蛋白逐渐变成稀蛋白,蛋白系数下降。鸡蛋涂膜后抑制蛋内酶的活性,减缓蛋白质水解进程,所以能很好地保持鸡蛋的品质^[9-10]。

2.4 复配保鲜涂膜剂对鸡蛋蛋白 pH 的影响

由表 2、表 3 可以看出,鸡蛋的蛋白 pH 在使用面筋蛋白 + 壳聚糖时(第 4 组)最小,使用玉米醇溶蛋白时(第 3 组)最大。回归分析表明,三种涂膜剂两两之间都具有拮抗作用,说明任何两种涂膜剂复配时均可以降低蛋白 pH。由等值线图 4 可以看出,在趋于面筋蛋白和壳聚糖的中点时,蛋白 pH 逐渐降低。

蛋白 pH 值的变化与蛋内 CO₂ 的散逸有关^[11-12],随着蛋内 CO₂ 气体不断挥发,蛋白 pH 值上升,鸡蛋新鲜度降低。涂膜保鲜剂可将鸡蛋的气孔封闭,阻隔蛋内水分蒸发和 CO₂ 外逸,保持了

蛋内 CO₂ 浓度,减缓了蛋白 pH 的升高。

2.5 复配涂膜剂对鸡蛋品质的综合影响

鸡蛋的品质指标如失重率、蛋黄系数、蛋白系数和蛋白 pH 界限分别为 3.3、0.415、2.4 和 8.325,得出复配涂膜剂对鸡蛋品质综合影响的叠加图(图 5)。可以看出,在复配涂膜剂中面筋蛋白在较低的复配比时对鸡蛋的品质影响不明显,当复配比增加到 58% 效果显著,但超过 79% 效果又减弱;壳聚糖含量 17% 时鸡蛋的失重率较小,而过量的壳聚糖使得鸡蛋的失重率增大,因此壳聚糖在复配涂膜剂中的最高比例不超过 40%;玉米醇溶蛋白即使在较低复配比(2%)时就对鸡蛋的品质产生明显的作用,而增加其含量却增大了蛋白 pH,故玉米醇溶蛋白在复配剂中的最大含量为 18%。综上所述,面筋蛋白、壳聚糖和玉米醇溶蛋白的最佳复配比范围为 58% ~ 79%、17% ~ 40%、2% ~ 18%。

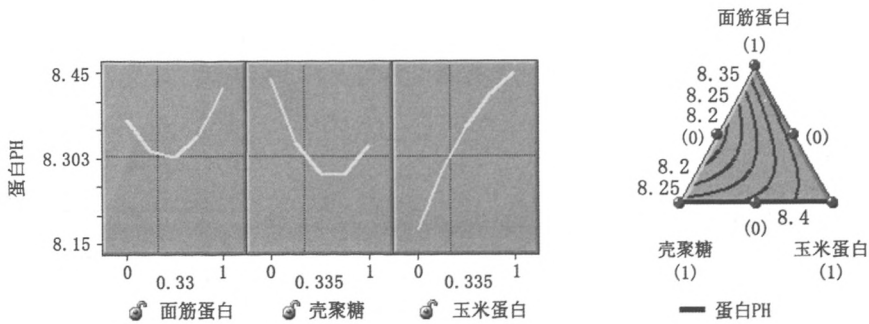


图4 复配涂膜剂对蛋白pH的影响

Fig.4 Isoresponse contour plots for predicted albumen pH elaborated with wheat gluten, corn zein and chitosan

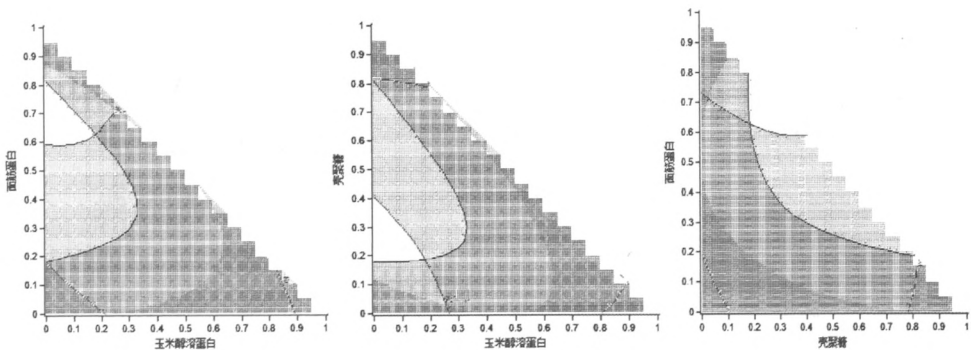


图5 复配涂膜剂对鸡蛋品质影响的叠加图

Fig.5 Superimposed contour profiles of the effect on weight losing rate, yolk coefficient, albumen coefficient and albumen pH of wheat gluten, corn zein and chitosan

3 结论

面筋蛋白对鸡蛋的失重率、蛋黄系数和蛋白系数产生明显的影响,而面筋蛋白和壳聚糖、玉米醇溶蛋白的相互作用能提高蛋黄系数和蛋白系数,能够降低蛋白 pH。因此,将面筋蛋白、壳聚糖和玉米醇溶蛋白复配可以得到令人满意的效果,最佳复配比例为 58% ~ 79%、17% ~ 40%、2% ~ 18%。

参考文献:

- [1] 刘会珍. 鸡蛋涂膜保鲜工艺的试验研究[D]. 北京: 中国农业大学, 2007.
- [2] KROCHTA J M. Edable and biodegradable polymer films: challenges and opportunities[J]. Food technology, 1997, 51(2): 61-74.
- [3] KARAMAN S, YILMAZ M T, KAYACIER A. Simplex lattice mixture design approach on the rheological behavior of glucomannan based salep - honey drink mixtures: An optimization study based on the sensory properties [J]. Food Hydrocolloids, 2011, 25(5): 1319-1326.
- [4] WONG Y C, HERALD T J, HACHMEISTER K A. Evaluation of mechanical and barrier properties of protein coatings on shell eggs [J]. Poultry Science, 1996, 75(3): 417-422.
- [5] CANER C. The effect of edible eggshell coatings on egg quality and consumer perception [J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2005, 85(11): 1897-1902.
- [6] STADELMAN W J, COTTERILL O J. Egg science and technology [M]. New York: The Haworth Press Inc, 1995.
- [7] KOKOSZKA I S, DEBEAUFORT F, LENART A, et al. Liquid and vapour water transfer through whey protein/lipid emulsion films[J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2010, 90(10): 1673-1680.
- [8] PADRON M N. Salmonella typhimurium penetration through the eggshells of hatching eggs [J]. Avian Dis-

ease, 1990, 34: 463 - 468.

- [9] 谢晶. 蛋涂膜保鲜剂的筛选与保鲜效果的研究[D]. 湖南: 湖南农业大学, 2009.
- [10] 刘美玉, 司伟达, 崔建云, 等. 室温下不同可食涂膜剂对鸡蛋保鲜效果的影响[J]. 河北工程大学学报: 自然科学版, 2011, 28(4): 96 - 100.
- [11] KEENER K M, LACROSSE J D, CURTIS P A, et al.

The influence of rapid air cooling and carbon dioxide cooling and subsequent storage in air and carbon dioxide on shell egg quality [J]. Poultry Science, 2000, 79(7): 1067 - 1071.

- [12] 江志伟, 沈蓓英. 蛋白质加工技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2002.

(责任编辑 马立)

(上接第84页) 风险对象及其相互关系进行风险规划、风险识别、风险估计、风险评价、风险应对和风险监控, 实现煤矿安全生产风险管理的对象域在风险管理功能域和时域上充分耦合, 达到煤矿安全生产风险管理系统的结构精益化和功能整合化。

参考文献:

- [1] 李乃文, 罗海海. 重特大事故原因分析与对策[J]. 煤矿安全, 2007, (5): 90 - 93.
- [2] 陈宝智. 危险源辨识、控制及评价[M]. 成都: 四川科学技术出版社, 1996.
- [3] 何学秋. 安全工程学[M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 2000.

- [4] 曹朝喜, 郭鹏, 朱煜明. 高科技项目集成风险管理及其流程体系研究[J]. 科学管理研究, 2005(6): 47 - 50.

- [5] 李从东. 集成化企业工程及其应用问题研究[D]. 天津: 天津大学, 1999.

- [6] 张智光. 面向集成化 MIS 的三维管理体系结构及其集成计划与控制[J]. 东南大学学报: 自然科学版, 2007, (3): 531 - 536.

- [7] 杨文安, 陈赟. 工程项目集成化风险管理研究[J]. 工业技术经济, 2005, (2): 103 - 105.

- [8] 黄敏. 基于模糊综合评判的虚拟企业风险评价[J]. 数学的认识与实践, 2004, (6): 46 - 51.

(责任编辑 刘存英)

(上接第93页)

- [6] LI S S. Binding energy of a hydrogenic donor impurity in a rectangular parallelepiped - shaped quantum dot: Quantum confinement and Stark effects[J]. Appl Phys, 2007, 101: 093716.
- [7] PEREZ - MERCHANCANO S T. Hydrostatic - pressure effects on the donor binding energy in GaAs - (Ga, Al) As quantum dots[J]. Phys: Condens Matter, 2007, 19: 026225.
- [8] WANG X F. Hydrogenic impurity in double quantum dots [J]. Phys Lett A, 2007, 364: 66 - 69.
- [9] LIU J J. The influence of compressive stress on shallow -

donor impurity states in symmetric GaAs - Ga1 - xAlxAs double quantum dots [J]. Appl Phys, 2007, 101: 073703.

- [10] XIA C X. Electron and impurity states in GaN/AlGaIn coupled quantum dots: Effects of electric field and hydrostatic pressure [J]. Appl Phys, 2010, 108: 054307.

- [11] SZAFRAN B. Parity symmetry and energy spectrum of excitons in coupled self - assembled quantum dots[J]. Phys Rev B, 2001, 64: 125301.

(责任编辑 马立)

(上接第97页)

- [6] NAITO Y, MIZUTANI M, KATAYAMA. Plasma/Plume behavior during welding: welding phenomena in hybrid welding using YAG laser and TIG arc [J]. Welding International, 2006, 20(10): 777 - 784.
- [7] 陈彦斌, 李俐群, 吴林. 电弧对激光吸收与散焦的定量测量[J]. 焊接学报, 2003, 24(3): 56 - 58.
- [8] 刘金合, 杨德才, 陆开静. 激光焊接的等离子体负透镜效应[J]. 激光与光电子学进展, 1999, 9: 138 - 141.
- [9] XIAO R S, ZUO T C, VOLZ R. Experimental research

on the influence of laser - induced plasma on the beam focusing during high - power CO₂ laser materials processing[J]. Chinese Journal of Lasers, 1998, 7(6): 550 - 554.

- [10] POUETO - VERWAERDA A, FABBRO R, DESHORS G. Experimental study of laser - induced plasma in welding conditions with continuous CO₂ laser [J]. Journal of Applied Physics. 1993, 74(9): 5773 - 5780.

(责任编辑 马立)