

含肉桂油和 Nisin 的海藻酸钠薄膜保鲜黑鱼性能分析*

吕 飞¹ 丁玉庭¹ 叶兴乾²

(1. 浙江工业大学生物工程与环境学院, 杭州 310014; 2. 浙江大学生物系统工程与食品科学学院, 杭州 310029)

【摘要】 研究了含有肉桂油和 Nisin 的海藻酸钠抗菌薄膜保鲜(4±1)℃下贮藏黑鱼鱼肉的效果。鱼肉片被分为:未处理组(CK),海藻酸钠薄膜组(C0),肉桂油海藻酸钠薄膜组(C1),Nisin 海藻酸钠薄膜组(C2),肉桂油和 Nisin 海藻酸钠薄膜组(C3)。相对于CK、C0和C2,C1和C3能更好抑制鱼肉总嗜温菌、总嗜冷菌和假单胞菌。C1和C3可显著抑制鱼肉的腐败变质,维持较低pH值、挥发性盐基氮含量和脂肪氧化值,并能抑制鱼肉色泽的变化。C1和C3在维持鱼肉品质上无显著差异。因此,含有肉桂油或者肉桂油和 Nisin 的海藻酸钠薄膜可有效维持黑鱼的贮藏品质。

关键词: 黑鱼 肉桂油 Nisin 海藻酸钠 抗菌效果
中图分类号: TS206 文献标识码: A 文章编号: 1000-1298(2011)05-0146-05

Effect of Alginate Film Containing Cinnamon and Nisin on the Freshness of Northern Snakehead

Lü Fei¹ Ding Yuting¹ Ye Xingqian²

(1. College of Biological and Environmental Engineering, Zhejiang University of Technology, Hangzhou 310014, China
2. School of Biosystems Engineering and Food Science, Zhejiang University, Hangzhou 310029, China)

Abstract

Alginate-calcium film that contains cinnamon oil and nisin was used as an antimicrobial packaging to maintain the freshness of northern snakehead at refrigeration temperature (4±1)℃. Northern snakehead fillets were treated with alginate film (C0), and alginate film contained cinnamon oil (C1), alginate film containing Nisin (C2), or alginate film containing cinnamon oil and Nisin (C3). Northern snakehead fillets without any treatment were used as a control(CK). C1 and C3 more efficiently inhibited the growth of total viable mesophilic bacteria, total psychrotrophs bacteria and *Pseudomonas* spp. than CK, C0 and C2 treatments. C1 and C3 treatments significantly reduced chemical spoilage, reflected in low pH value, total volatile base nitrogen content and thiobarbituric acid reactive substances, and retarded color changes. However, there was no significant difference between the C1 and C3 treatments. Thus, alginate-calcium film containing cinnamon or cinnamon and Nisin efficiently maintained the quality of northern snakehead fillets during storage.

Key words Northern snakehead, Cinnamon oil, Nisin, Alginate, Antimicrobial efficacy

引言

黑鱼(*Channa argus*),原产于中国、俄罗斯和韩国^[1]。在中国黑鱼是一种重要的养殖鱼类,通常养殖在鱼塘、稻田和水库内^[2~4]。新鲜鱼肉制品通常要比其他食品更容易腐烂,这主要是由鱼肉腐败微

生物活动造成的^[5]。抗菌包装是一种活性包装,它可以减少、抑制或延缓微生物的生长,进而延长食品货架期^[6]。多种抗菌剂已被添加到抗菌包装材料中。肉桂精油(*Cinnamomum zeylanicum* or *C. verum*)是一种高效安全的抗菌植物精油^[7~8]。Nisin 是一种被公认为

收稿日期: 2010-10-28 修回日期: 2010-12-17
* 国家高技术研究发展计划(863 计划)资助项目(SQ2007AA10XK140105)
作者简介: 吕飞,助理研究员,主要从事食品活性包装研究,E-mail: lvfei123@zju.edu.cn

安全的抗菌剂,它是一种对革兰氏阳性菌具有广谱抗菌效果的细菌素。在 Nisin 中添加一定量的螯合剂如 EDTA 则可增强其对革兰氏阴性菌的抑制作用^[9]。

海藻酸钠可用作可食性薄膜成膜基质,主要是由于它能够形成水溶性凝胶,并且能够和多价金属离子如钙离子等交联形成水不溶性聚合物^[10]。目前,关于肉桂油与 Nisin 的海藻酸钠薄膜保鲜黑鱼试验未见报道。为此,本文研究肉桂油、Nisin 和 EDTA 的钙化海藻酸钠薄膜对黑鱼在(4±1)℃下贮藏保鲜的效果。

1 试验材料和方法

1.1 试验材料

鲜活黑鱼购自本地农产品市场,运回后立即打晕、去头、去肠、去骨、去鳞片然后切片,并用清水清洗 2 遍。每个鱼片厚约 5~8 mm(鱼片中心位置),质量约(5±2) g。

食品级海藻酸钠(美国国际特品公司)作为成膜基质,甘油(化学纯)作为增塑剂,氯化钙(化学纯)作为交联剂。100% 纯肉桂油(中国花草小铺公司)和 Nisin(中国浙江银象生物工程有限公司,10⁶ IU/g)作为抗菌剂,EDTA(德国 Merck 公司)作为螯合剂。

1.2 成膜溶液的配制、薄膜制备以及薄膜保鲜试验

Nisin 母液(10⁵ IU/mL)的配制:将 1 g Nisin 溶解到 10 mL 0.02 mol/L HCl 溶液中,用 0.2 μm 水膜过滤,(4±1)℃储藏,备用。

将海藻酸钠粉末加入蒸馏水中在 80℃下溶解,直到澄清,配置成 0.02 g/mL 的海藻酸钠溶液,(4±1)℃储藏备用。配制 0.02 g/mL 的氯化钙溶液,(4±1)℃储藏备用。

配制含不同抗菌剂的成膜溶液:不含任何抗菌剂的 0.02 g/mL 海藻酸钠溶液(C0);含 1% 肉桂油的 0.02 g/mL 海藻酸钠膜液(C1);含 2 000 IU/mL Nisin 和 150 μg/mL EDTA 的 0.02 g/mL 海藻酸钠溶液(C2);含有 1% 肉桂油和 2 000 IU/mL Nisin 和 150 μg/mL EDTA 混合物的 0.02 g/mL 海藻酸钠溶液(C3)。膜液中分别加入甘油,使其甘油含量为 1%,搅拌,在 4℃下静置 12 h,除气泡。各膜液取 50 mL 倒在水平的 15 cm×15 cm×0.5 cm 的玻璃模具内,使膜液自然流平,然后在干燥箱内 100℃下加热 40 min(必须保证玻璃板的水平性)。加热程序完成后,将模具取出,加入 0.02 g/mL 的氯化钙溶液,交联 1~2 min,然后室温下放置 10 h,揭膜。每处理重复 3 次。薄膜放置在相对湿度为 75% 的干燥器内保存备用。

用上述配制的不同薄膜来包装鱼片,具体做法是:取一片自制薄膜放置在纸盒(购自杭州农贸市场)内,放入鱼片,以放满整个纸盒为标准,然后在鱼片上面盖上一层自制薄膜,上下薄膜压严,然后盖上纸盒。各处理重复 3 次,在(4±1)℃下贮藏。另外,以没有铺设薄膜的处理为对照(CK)。各试验处理标号依次为 CK、C0、C1、C2 和 C3。

1.3 微生物测定

在无菌条件下,从各处理中取 25 g 鱼片,加入 225 mL 0.1% 的无菌蛋白胍水,用均质机(HBM-400B 型,中国)均质 1 min。该均质液用 0.1% 的蛋白胍水依次 10 倍稀释。选取几个梯度的稀释液取样 0.1 mL 加入平皿中,然后加入约 15 mL 的平板计数琼脂(PCA)在 30℃培养 2 d,计算鱼肉中总的嗜温菌(TVC)含量,在 7℃下培养 10 d,计算总嗜冷菌(TPC)的含量^[11]。另取 0.1 mL 的上述稀释液,加入平皿中,然后加入 15 mL 的假单胞菌分离培养基(青岛海博,中国),30℃培养 2 d,计算假单胞菌(*Pseudomonas* spp.)含量。至少 3 个梯度的稀释液被测定,每个梯度重复 2 次。

1.4 化学成分测定

总的挥发性盐基氮(TVB-N)用 Antonacopoulos 等^[12]的方法来测定。TVB-N 含量表示为每 100 g 鱼肉含有的 TVB-N 毫克数。鱼肉脂肪氧化值(TBARS)通过 Pearson^[13]方法测定。TBARS 用每 1 kg 鱼肉中所含的 MDA 毫克数来表示。pH 值由数字 pH 计测量每 10 g 鱼肉用 90 mL 蒸馏水稀释的均质液。试验重复 3 次。

1.5 鱼肉色泽测定

使用 TC-PIIG 型全自动测色色差计对膜进行色差测定。以白板作为色差测定参比样,每个处理薄膜测定 3 次,取平均值。记录鱼肉的色差值 L 、 a 、 b 和 ΔE 。白板的各项参数 $L=92.60$, $a=-25.05$, $b=0.19$ 。

1.6 试验结果统计分析

试验采取完全随机分组试验设计(CRD),重复 3 次。单因素方差分析(ANOVA)中均值之间的显著性差异用最小显著差异法来分析(LSD, $p<0.05$)。采用 SPSS 17 统计软件(SPSS Inc., 美国)分析处理数据。

2 试验结果与讨论

2.1 微生物分析

不同处理对(4±1)℃下贮藏黑鱼总嗜温菌含量的影响见图 1a。各处理第 1 天黑鱼中的总嗜温菌含量为 4.21 lgCFU/g。总嗜温菌通常被作为评价

食物是否超出可接受标准的一个指标^[14]。通常新鲜淡水鱼的总嗜温菌含量由于其所处的水域条件和温度而不同,但其含量在 2~6 lgCFU/g 之间是可接受的^[15]。未处理 CK 的 TVC 含量增长最快,由第 1 天的 4.21 lgCFU/g 增长到第 10 天 12.08 lgCFU/g。C1 和 C3 对总嗜温菌的抑制效果要好于其他处理;第 6 天时,CK、C0、C1、C2 和 C3 的 TVC 含量分别是 8.40、7.86、6.45、7.71 和 6.70 lgCFU/g,CK、C0 和 C2 均超出新鲜鱼类细菌总数含量指标 7 lgCFU/g;而 C1 和 C3 处在 7 lgCFU/g 以下。C1 和 C3 的对总嗜温菌的抑制效果要好于 C0 和 C2 的,而 C0 和 C2 的效果好于 CK。方差分析结果表明,C1 和 C3 以及

C0 和 C2 之间差异不显著($p>0.05$)。不同薄膜处理对黑鱼中总嗜冷菌的抑制效果和对总嗜温菌的抑制效果趋势相同(图 1b)。C3、C1、C2、C0 和 CK 对总嗜冷菌的抑制作用依次减弱,但差异不显著($p>0.05$)。不同薄膜处理对黑鱼假单胞菌的抑制作用见图 1c。不同薄膜处理对黑鱼假单胞菌的抑制效果与对总嗜温菌和总嗜冷菌的抑制效果相似,但不同薄膜处理和 CK 之间差异不显著。结果还表明,各薄膜处理对黑鱼中的总嗜温菌、总嗜冷菌和假单胞菌有一定抑制作用,含有肉桂油的薄膜处理 C1 和 C3 对细菌的抑制作用要好于只含 Nisin 薄膜处理 C2 和未含抗菌剂的海藻酸钠薄膜处理 C0。

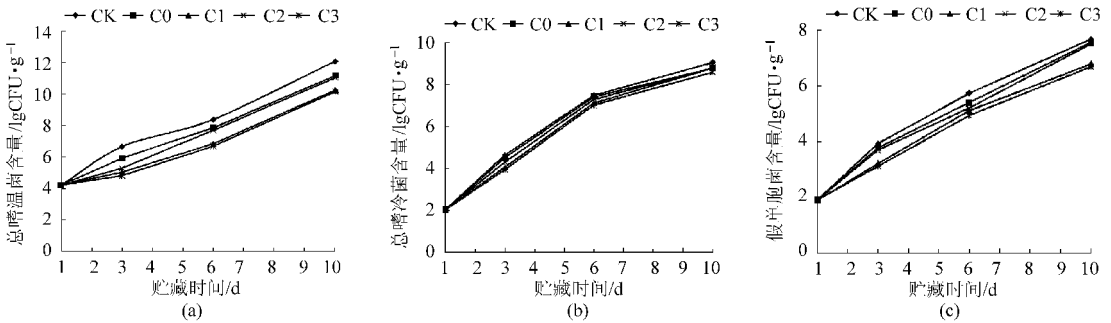


图 1 抗菌薄膜对(4±1)℃下贮藏黑鱼中总嗜温菌、总嗜冷菌和假单胞菌含量的影响

Fig.1 Effect of the antimicrobial films on the total viable mesophilic counts (TVC), total psychrotrophs counts (TPC) and *Pseudomonas* spp. counts of northern snakehead fillets during storage at (4±1)℃

2.2 化学指标分析

图 2 表明了不同薄膜处理对黑鱼肉片 pH 值的影响。在贮藏的前 6 d,薄膜处理 C1 和 C3 中鱼肉的 pH 值保持不变,而未处理 CK 和薄膜处理 C0 和 C2 处理下鱼肉的 pH 值有较明显的增长趋势。自贮藏第 6 天起,各处理鱼肉片 pH 值明显增加,但 C1 和 C3 处理的鱼肉 pH 值显著低于 CK、C0 和 C2 的($p<0.05$);而 C1 与 C3 差异不显著($p>0.05$)。pH 值增加主要是由于微生物和酶的作用引起蛋白质降解产生铵类物质和三甲胺等碱性物质造成的^[16]。由此可见,C1 和 C3 能显著维持黑鱼肉片的 pH 值。

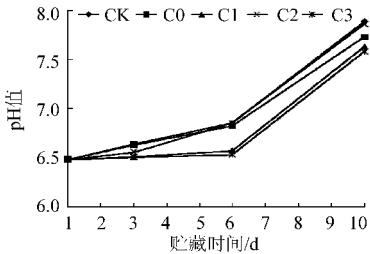


图 2 抗菌薄膜对(4±1)℃下贮藏黑鱼 pH 值的影响

Fig.2 Effect of the antimicrobial films on pH value of northern snakehead fillets during storage at (4±1)℃

图 3 显示了不同薄膜处理下黑鱼鱼肉 TVB-N 含量的变化趋势。在不同薄膜处理下,鱼肉中的 TVB-N 含量随着贮藏时间的增加而增加。在贮藏

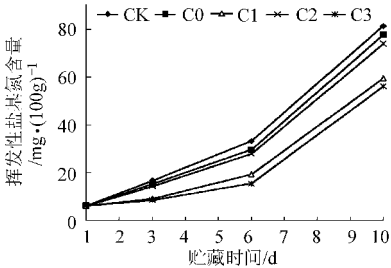


图 3 抗菌薄膜对(4±1)℃下贮藏黑鱼中挥发性盐基氮含量的影响

Fig.3 Effect of the antimicrobial films on the contents of TVB-N of northern snakehead fillets during storage at (4±1)℃

期间,酶类代谢造成的氨基酸脱氨基,核苷降解,胺类物质氧化等是导致 TVB-N 含量增高的主要原因^[17]。C1 和 C3 对抑制黑鱼 TVB-N 含量的效果显著好于 CK、C0 和 C2($p<0.05$),C2 处理效果好于 CK 和 C0($p>0.05$),C0 和 C2 以及 C1 和 C3 差异不显著($p>0.05$)。在第 6 天时,CK、C0、C1、C2 和 C3 的 TVB-N 含量分别是 33.21、29.64、19.34、27.90 和 15.46 mg/(100 g)。CK 的 TVB-N 含量已经超出新鲜鱼肉的 TVB-N 含量的最大可接受值 30 mg/(100 g)^[18],C0 和 C2 亦接近该接受上限。

不同薄膜处理对鱼肉脂肪氧化影响见图 4。由图 4 可以看出,各薄膜处理对抑制 TBARS 均有效

果。方差分析结果表明,C0、C1、C2 和 C3 与未处理 CK 差异显著($p < 0.05$),但各薄膜处理之间差异不显著($p > 0.05$),C1 和 C3 对脂肪氧化抑制作用要好于 C0 和 C2。由此可见,各薄膜处理均能显著抑制黑鱼鱼肉脂肪氧化($p < 0.05$)。

2.3 鱼肉色泽分析

不同薄膜处理对黑鱼鱼肉色泽的影响见图 5。经各处理的鱼肉表面色差值 L 随着贮藏时间的增长而下降(图 5a)。CK 的亮度下降最快,薄膜处理 C0、C1、C2 和 C3 处理 L 值差异不显著($p > 0.05$)。在不同处理下,鱼肉表面色差值 a 的变化见图 5b。第 1 天,各处理鱼肉 a 值均为负值,不同薄膜处理下鱼肉的 a 值也随着贮藏时间的增加而增大,鱼肉由新鲜鱼肉特有的白色逐渐转变为红色。CK 与 C0、

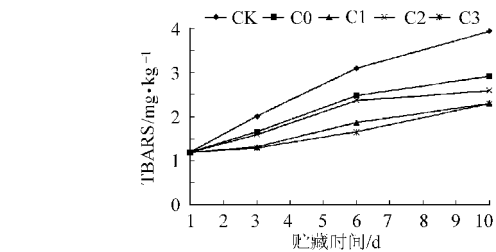


图 4 抗菌薄膜对(4±1)℃下贮藏黑鱼中 TBARS 的影响
Fig.4 Effect of the antimicrobial films on the contents of TBARS of northern snakehead fillets during storage at (4±1)℃

C1、C2 和 C3 差异显著($p < 0.05$)。薄膜处理对鱼肉色差值 b 的影响见图 5c。各薄膜处理和 CK 的 b 值差异不显著($p > 0.05$)。各处理对鱼肉总色差值 ΔE 的影响无明显变化规律(图 5d)。可见 ΔE 不能很好地反应黑鱼鲜度变化。

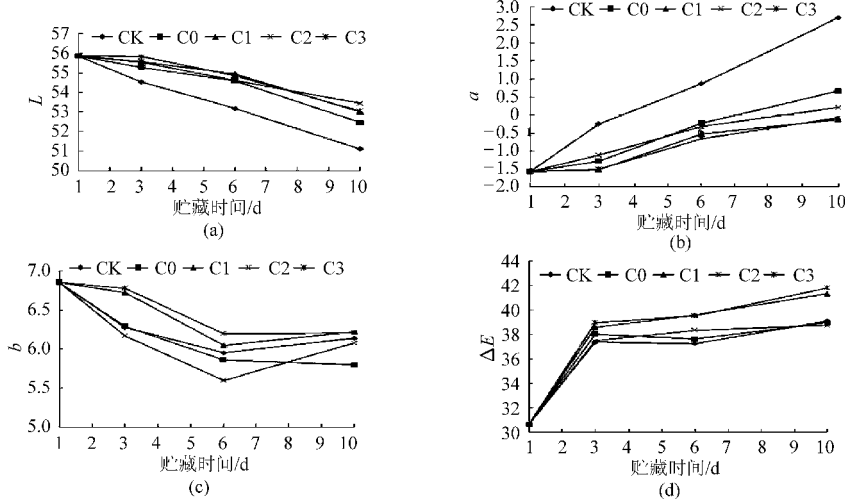


图 5 抗菌薄膜对(4±1)℃下贮藏黑鱼的色差值 L 、 a 、 b 和 ΔE 的影响

Fig.5 Effect of the antimicrobial films on the values of L , a , b and ΔE of northern snakehead fillets during storage at (4±1)℃

3 结束语

本文通过对比试验研究了肉桂油和 Nisin 的海藻酸钠抗菌薄膜对黑鱼品质的影响,研究结果表明:

各薄膜处理对维持黑鱼的品质均具有一定作用,其中肉桂油和 Nisin 海藻酸钠薄膜对抑制黑鱼微生物生长,维持较低含量的挥发性盐基氮和抑制鱼肉脂肪氧化具有最好的效果。

参 考 文 献

1 Courtenay W R J, Williams J D. Snakeheads (Pisces, Channidae): a biological synopsis and risk assessment [R]. U. S. Geological Survey Circular 1251, 2004.

2 Atkinson C E. World fish farming: cultivation and economics [M]. Connecticut: AVI Publishing Company, 1977: 321 ~ 344.

3 Li S, Xu S. Culture and capture of fish in Chinese reservoirs[M]. Ottawa: Southbound and the International Development Research Centre, 1995.

4 Liu J, Cui Y. Food consumption and growth of two piscivorous fishes, the mandarin fish and the Chinese snakehead [J]. Journal of Fish Biology, 1998, 53(5): 1 071 ~ 1 083.

5 Gram L, Huss H H. Microbiological spoilage of fish and fish products [J]. International Journal of Food Microbiology, 1996, 33(1): 121 ~ 137.

6 Appendini P, Hotchkiss J H. Review of antimicrobial food packaging [J]. Innovative Food Science and Emerging Technologies, 2002, 3(2): 113 ~ 126.

7 Chao S C, Young D G, Oberg C J. Screening for inhibitory activity of essential oils on selected bacteria, fungi and viruses [J]. Journal of Essential Oil Research, 2000, 12(5): 639 ~ 649.

- 8 Muthuswamy S, Rupasinghe H P V, Stratton G W. Antimicrobial effect of cinnamon bark extract on *Escherichia coli* O157: H7, *Listeria innocua* and fresh-cut apple slices[J]. Journal of Food Safety, 2008, 28(4): 534 ~ 549.
- 9 Boziaris I S, Adams M R. Effect of chelators and nisin produced in situ on inhibition and inactivation of gram negatives[J]. International Journal of Food Microbiology, 1999, 53(2 ~ 3): 105 ~ 113.
- 10 Rhim J W. Physical and mechanical properties of water resistant sodium alginate films[J]. Lebensmittel-Wissenschaft Und-Technologie-Food Science and Technology, 2004, 37(3): 323 ~ 330.
- 11 Thatcher F S. Microorganisms in foods; 1. their significance and methods of enumeration [M]. 2nd edition. Toronto: International Commission on Microbiological Specifications of Foods (ICMSF), 1978.
- 12 Antonacopoulos N, Vyncke W. Determination of volatile basic nitrogen in fish; a third collaborative study by the West European Fish Technologists' Association (WEFTA) [J]. Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und-Forschung A, 1989, 189(4): 309 ~ 316.
- 13 Pearson D. The chemical analysis of foods [M]. 7th ed. . Edinburgh, New York: Churchill Livingstone, 1976.
- 14 Olafsdottir G, Martinsdottir E, Oehlenschläger J, et al. Methods to evaluate fish freshness in research and industry[J]. Trends in Food Science & Technology, 1997, 8(8): 258 ~ 265.
- 15 Chytiri S, Choulia I, Savva I N, et al. Microbiological, chemical and sensory assessment of iced whole and filleted aquacultured rainbow trout[J]. Food Microbiology, 2004, 21(2): 157 ~ 165.
- 16 Hebard C E, Flick G J, Martin R E. Chemistry and biochemistry of marine food products [M]. Westport, CO: AVI Publishing, 1982: 149 ~ 304.
- 17 Gill T. Objective analysis of seafood quality[J]. Food Reviews International, 1990, 6(4): 681 ~ 714.
- 18 Connell J. Control of fish quality: methods of assessing and selecting for quality [M]. Farnham, Surrey, England: Fishing News Books Ltd. , 1980.

(上接第 120 页)

传动的风电系统是一个随动系统。本文在二维有限元法对 FMMG 工作原理进行深入分析的基础上,以时步分析法为基础,建立了 FMMG 配合电动机系统的有限元联合仿真模型,明确了磁齿轮传动

的发电机反电势特性,其正确性得到了试验验证,为今后深入研究基于磁齿轮的发电机输出电压调制率等性能的深入研究打下了基础,同时也说明磁齿轮在风电领域的应用前景广阔。

参 考 文 献

- 1 Nagrial M H, Rizk J, Hellany A. Design and development of magnetic torque couplers and magnetic gears[C]//International Conference on Electrical Engineering, 2007.
- 2 Tsurumoto K, Kikuchi S. A new magnetic gear using permanent magnet [J]. IEEE Transactions on Magnetics, 1987, 23(5): 3 622 ~ 3 624.
- 3 Atallah K, Calverley S D, Howe D. Design, analysis and realization of a high-performance magnetic gear[J]. IEE Proc. Electric Power Applications, 2004, 151(2): 135 ~ 143.
- 4 江建中, 刘新华, 章跃进, 等. 磁场调制式磁性齿轮: 中国, 200810036390.2[P]. 2008-09-17.
- 5 Atallah K, Howe D. A novel high performance magnetic gear [J]. IEEE Trans. on Magnetics, 2001, 37(4): 2 844 ~ 2 846.
- 6 Rasmussen P O, Andersen T Oe, Jørgensen F T, et al. Development of a high-performance magnetic gear [J]. IEEE Trans. on Industry Applications, 2005, 41(3): 764 ~ 770.
- 7 张东, 邹国棠, 江建中, 等. 新型外转子磁齿轮复合电机的设计与研究[J]. 中国电机工程学报, 2008, 28(30): 67 ~ 72. Zhang Dong, Zou Guotang, Jiang Jianzhong, et al. Design and research of a novel magnetic-gear outer-rotor compact machine[J]. Proceedings of the CSEE, 2008, 28(30): 67 ~ 72. (in Chinese)
- 8 杨贵杰, 李勇. 永磁感应子式无刷直流电动机的模型及控制[J]. 中国电机工程学报, 2003, 23(5): 122 ~ 127. Yang Guijie, Li Yong. Model and control of permanent magnet inductor type synchronous motor [J]. Proceedings of the CSEE, 2003, 23(5): 122 ~ 127. (in Chinese)
- 9 Salon S J. Finite element analysis of electrical machines [M]. Norwell, MA: Kluwer, 1995.
- 10 唐任远. 现代永磁电机理论与设计[M]. 北京: 机械工业出版社, 1997.
- 11 胡敏强, 黄学良. 电机运行性能数值计算方法及其应用[M]. 南京: 东南大学出版社, 2003.
- 12 刘新华. 新型磁场调制式磁性齿轮的设计研究[D]. 上海: 上海大学, 2008. Liu Xinhua. Design and research on a novel field modulated magnetic gear[D]. Shanghai: Shanghai University, 2008. (in Chinese)