



家用自动洗碗机洗涤剂成分性能研究

郭晓丹¹ 刘保²

(1. 广州市日用化学工业研究所有限公司, 广东 广州, 510660;
2. 广州市浪奇实业股份有限公司, 广东 广州, 510660)

摘要: 随着人们生活水平的提高, 家用自动洗碗机越来越受到人们的关注。本文通过实验讨论洗碗机洗涤剂中不同原料(碱性助剂、螯合剂、氧化剂、聚合物分散剂、表面活性剂、酶制剂等)在家用自动洗碗机中对餐具的去污力、玻璃水垢的影响。

关键词: 家用自动洗碗机; 去污力; 水垢

中图分类号: TQ649 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672—2701(2019)07—54—05

家用自动洗碗机发明于1929年, 经过近一个世纪的发展, 作为日常家电在欧美家庭普及率已超过60%, 而在国内市场接受度一直较低, 美国洗碗机的普及率近80%, 而中国仅为1%, 国内洗碗机业务未来发展空间较大。随着技术进步、人们消费观念的改变, 未来洗碗机业务在国内将迎来较大增长。随着人们收入水平提升以及消费升级趋势催化, 洗碗机已经成为中国家电行业增速最快的品类。

洗碗机清洗去除餐具上的污垢主要凭借强劲的

水流在三维立体空间产生的喷射作用、加温水的热能作用、洗涤剂的除油去污作用, 这三种作用相互协同完成。由于洗碗机洗涤方式的特殊性(低泡、高温), 洗碗机必须使用专用的洗涤剂, 普通的手洗餐具用洗涤剂并不可以用于洗碗机。因此, 机洗用餐具洗涤剂需要另外设计。

根据洗碗机洗涤剂配方中成分含量的多寡顺序排列, 它的主要成分有助洗剂、非离子表面活性剂、酶制剂、高分子聚合物分散剂、氧化剂等^[1]。

助洗剂：在洗碗机专用洗涤剂中助洗剂含量可高达30%~60%，主要有4种作用：螯合作用（使水中含有的钙、镁离子被螯合处于溶解状态，防止形成钙、镁难溶盐沉淀而对餐具造成污染）、碱性介质作用（在碱性介质中有利于油脂皂化反应的发生、油脂污垢的乳化、分散去除）、协同作用（与表面活性剂发生协同作用，可减少表面活性剂用量和提高清洁剂的清洗去污能力）、分散作用（助洗剂对污垢粒子悬浮分散在水中有稳定作用）^[2]。

非离子表面活性剂：在洗碗机洗涤剂中表面活性剂含量很低，主要作用是润湿和帮助污垢分散并防止其再沉积到餐具表面，使用的表活必须是低泡沫和耐氧化的非离子表面活性剂，因为如果在洗碗机的喷射水流中含有泡沫的话，就会极大地降低喷射压力而使清洗效率降低^[3-4]。

氧化剂：主要作用是分解有色污垢使之被去除和杀菌消毒的效果，使用的氧化剂有次氯酸钠、过硼酸钠、过碳酸钠等。

高分子聚合物分散剂：使水中含有的钙、镁离子被螯合处于溶解状态，防止形成钙、镁难溶盐沉淀而对餐具造成污染，减少螯合剂的添加量。

酶制剂：可提高去污效果，选用的酶必须是在碱性液体环境下和较高的清洗温度下能保持活性稳定的酶种。

本文主要讨论家用自动洗碗机洗涤剂中常用的洗涤剂成分在去污力和对玻璃水垢形成的影响。

1 实验部分

1.1 原料与设备

碳酸钠（广东南方碱业股份有限公司）、碳酸氢钠（湖北双环科技股份有限公司）、五水偏硅酸钠（上海跃达实业有限公司）、乙二胺四乙酸四

钠（巴斯夫）、三聚磷酸钠（湖北兴发化工集团股份有限公司）、柠檬酸钠（潍坊英轩实业有限公司）、谷氨酸二乙酸四钠（诺力昂）、甲基甘氨酸二乙酸钠盐（甲基甘氨酸二乙酸钠盐、巴斯夫）、蛋白酶（Novozymes）、淀粉酶（Novozymes）、脂肪醇聚氧烷基醚（巴斯夫）、脂肪醇BO-PO嵌段聚醚（陶氏化学）、445NG（丙烯酸均聚物、沈阳新奇日化）、马来酸-丙烯酸共聚合物钠盐（巴斯夫）。

ME204型分析天平（梅特勒-托利多（上海）有限公司）；DHG-90701A型电热恒温鼓风干燥箱（上海一恒技仪器工业研究所）；M1洗碗机（Midea）。

1.2 性能测试

1.2.1 去污力性能测试

根据“GB/T 20290-2016《家用洗碗机洗涤性能测试》”对原料在家用洗碗机洗涤剂原料做去污力。

测试条件：75ppm水和250ppm硬水条件分别测试。

评价方法：测试结果通过“清洁指数”评价，清洁指数越高，则说明样品在洗碗机中清洁力越好，满分为5分，接近5分则去污力越好。

测试用量：单原料均按100%活性物6g换算测试。

1.2.2 对玻璃杯洁净力和水垢测试

通过以上去污力测试后，取出玻璃杯观察玻璃杯表面洁净情况。

2 结果与讨论

2.1 去污性能评价

通过清洁指数评价各原料在洗碗机中对测试污垢的去污效果，满分为5分，越接近5分则去污力

越好。在餐具上涂抹的污垢主要有黄油、烘干的鸡蛋黄、混合肉（按比例混合的猪肉、牛肉、蛋黄、水）、烘干的牛奶、烘干的菠菜、烘干的麦片粥、烘干的茶渍，处理后的餐具举例如图1。

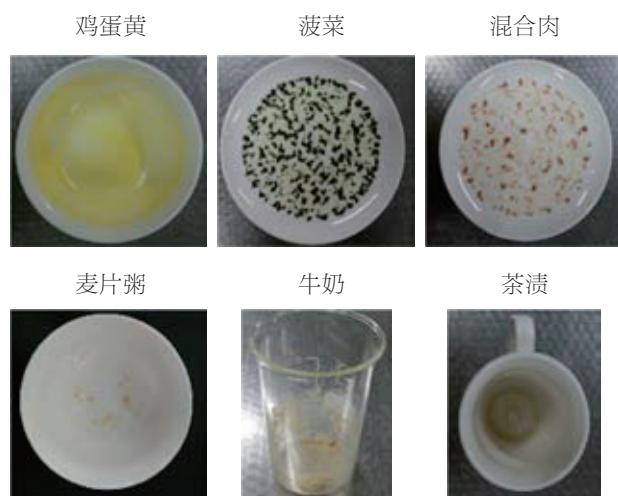


图1

以下测试在不同水硬度条件下，分别对比碱性助剂、螯合剂、酶制剂、高分子聚合物分散剂、非离子表面活性剂的去污力。

(1) 碱性助剂、氧化剂测试结果如图2。

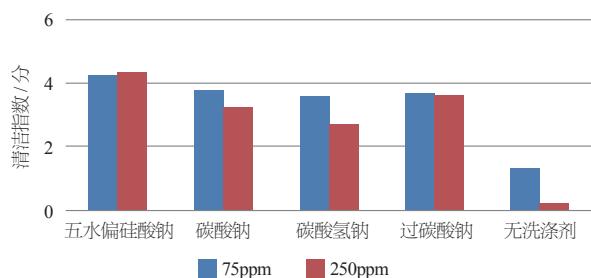


图2 碱性助剂、氧化剂去污力对比

从图2可知，在无任何洗涤剂情况下，单纯借助洗碗机高温 $70\sim80^{\circ}\text{C}$ 和高压喷淋，是无法洗干净餐具上面的食物污垢的。在高温水清洗下，黄油在该洗涤温度下容易溶化在水中，多次冲洗后较易完全去除。高温和多次冲洗能清洗50%左右烘干的鸡蛋污垢，而对于其他顽固污垢如烘干的菠菜、混

合肉、麦片粥、牛奶、茶渍则较难去除，特别是250ppm硬水下，水中钙、镁离子的存在明显降低洗涤性能，借助洗碗机的高温和长时间冲洗已经无法去除污垢。所以，在无任何洗涤剂情况下，清洁指数最低，去污力非常差，只能去除少量的烘干的鸡蛋黄污垢和黄油。因此，需要加入洗涤剂辅助洗涤。

由图可知，在碱性助剂中，五水偏硅酸钠清洁指数最高，碳酸钠和碳酸氢钠相对弱。在此同时对比了氧化剂过碳酸钠做对比测试，过碳酸钠兼具了碱性助剂和氧化剂的功能，具有与碳酸钠相同去污力外还对茶渍有明显去污作用，即时在硬水条件下仍然对茶渍有较好的去污力，过碳酸钠对其他污垢也有去污效果，与碳酸钠相当。餐具中含有的茶渍、咖啡、果汁等有色污渍的去污，可以借助氧化剂进行有效去除。

(2) 融合剂去污力测试结果如图3。

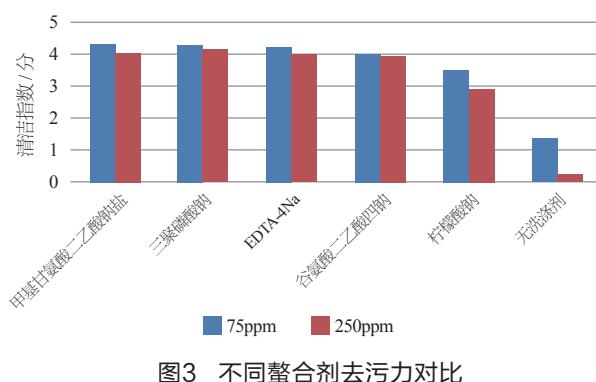


图3 不同螯合剂去污力对比

加入螯合剂成分后去污力明显提高，大部分螯合剂清洁指数高于4分，柠檬酸钠则相对较差。螯合剂能去除大部分污垢，除了烘干的菠菜。通过前面的清洁指数看，螯合剂清洁指数比碱性助剂高主要表现在螯合剂对茶渍、牛奶和肉污垢有更强的清洁效果。

同比之下，螯合剂甲基甘氨酸二乙酸盐、三

聚磷酸钠、EDTA-4Na、谷氨酸二乙酸四钠相对来说去污力较好，因此清洁指数较高，而柠檬酸钠则去污力相对较弱。

(3) 酶制剂去污力测试结果如图4。

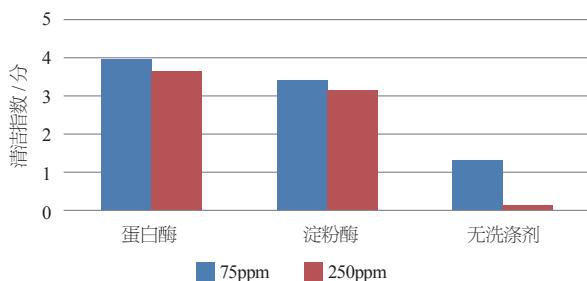


图4 酶制剂去污力对比

蛋白酶、淀粉酶对特定污垢有清洁作用，清洁指数中等，蛋白酶对鸡蛋污渍、肉污渍、牛奶污渍等蛋白污渍有较强的去污作用，对小部分的麦片有去污效果，对烘干的茶、菜无去污作用。淀粉酶对于麦片、米饭等淀粉污垢有明显针对性去污效果，对茶、菜、肉类无去污作用。因此，为更有效去除餐具表面的蛋白污垢和淀粉污垢，在洗涤剂中建议将蛋白酶和淀粉酶复配使用。

(4) 高分子聚合物分散剂去污力测试结果如图5。

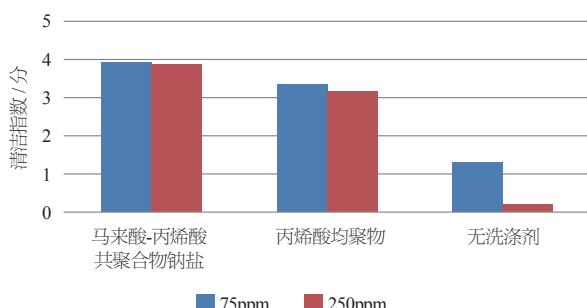


图5 高分子聚合物分散剂去污力对比

所选择的两款高分子聚合物清洁指数分数看，马来酸-丙烯酸共聚物较丙烯酸均聚物清洁指数略高。分散剂对污垢粒子悬浮分散在水中有稳定作

用，对污垢有很强的分散能力，对钙、镁离子有很好的螯合能力，分散剂的添加可以减少碱性助剂和螯合剂的添加量。

(5) 非离子表面活性剂去污力对比如图6。

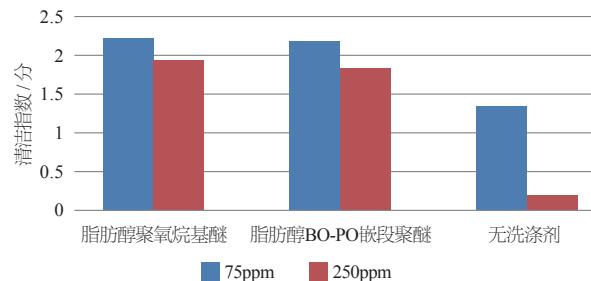


图6 不同非离子表面活性剂去污力对比

选择两种专用于家用自动洗碗机洗涤剂的低泡耐碱性非离子表面活性剂对比去污力，结果如图6。

由图可见，所选择的两款非离子表面活性剂脂肪醇聚氧烷基醚和脂肪醇BO-PO嵌段聚醚清洁指数都比较低，在2分左右，仅能清洗少部分鸡蛋和麦片（黄油在洗碗机高温洗涤下能去除），对于肉、牛奶、菠菜、茶渍污垢几乎没有去污效果，相对于前面的洗涤成分是去污力最弱的。非离子表面活性剂在洗碗机过程中，对去污力不是主导作用，一般来说非离子表面活性剂在机洗餐具洗涤剂中含量很低，它的主要作用是润湿餐具和帮助污垢分散并防止其再沉淀到餐具表面。使用的表活必须是低泡、耐氧化、耐碱性的。

在250ppm硬水洗涤条件下，去污力均略有下降，碱性助剂清洁指数降低较为明显，螯合剂下降较小，高分子聚合物分散剂、氧化剂、酶制剂和非离子表活的清洁指数则变化不大。

2.2 单原料对玻璃杯清洁力及水垢影响

对比几个碱性助剂和螯合剂单原料在250ppm洗涤情况下，对玻璃杯表面污垢清洁效果及水垢影响，测试结果如图7。

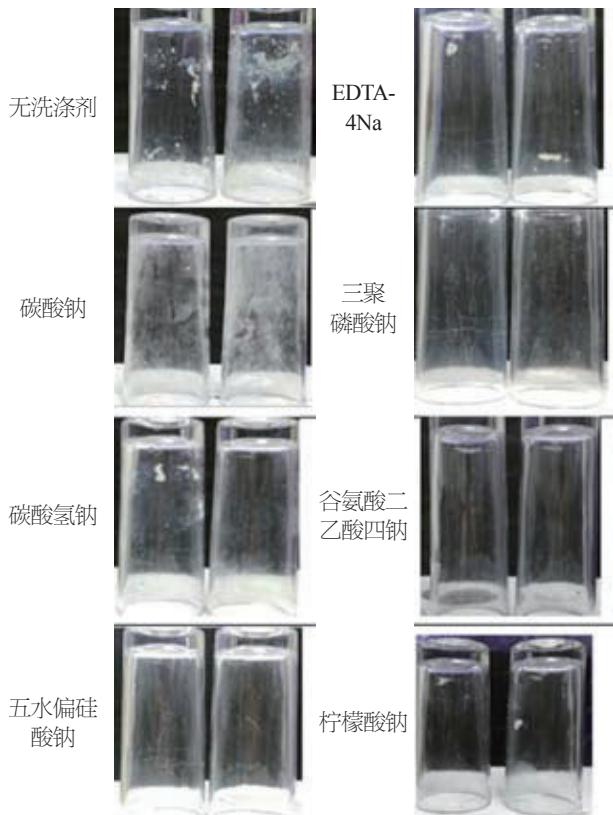


图7

在250ppm硬水洗涤条件下，若在无洗涤剂情况下单纯使用水洗涤，玻璃杯表面很不光亮，污垢仍然残留在表面。使用碱性助剂（五水偏硅酸钠、碳

酸钠、碳酸氢钠）的洗涤后表面容易出现一层“白雾”状水垢（可能有碳酸盐垢、硅酸盐垢），碳酸钠洗涤后碳酸垢尤为明显。而使用螯合剂EDTA-4Na、谷氨酸二乙酸四钠、三聚磷酸钠、柠檬酸钠洗涤，由于能够螯合水中钙镁离子，在250ppm条件下洗涤，相对光亮，没有呈现雾状。

3 结论

通过以上对单原料在家用自动洗碗机中的去污性能和玻璃杯水垢影响情况测试可知，综合考虑去污效果、水垢、泡沫等性能以及成本，可以碱性助剂为主导搭配螯合剂和少量的酶制剂（蛋白酶、淀粉酶）、少量高分子聚合物分散剂以及氧化剂配制专用于家用自动洗碗机的餐具洗涤剂。

参考文献

- [1] 白剑芸.新型高分子助剂在自动洗碗机清洁剂的应用[J].日用化学品科学,2017,07:68-75.
- [2] 张洋.洗碗机专用清洁剂的综合解决方案[J].中国洗涤用品行业年会,2017,91-94.
- [3] 岳霄;大矢胜.家用洗涤剂及各种洗净剂、处理剂的正确选择及表示方法的解读[J].中国洗涤用品工业,2017,04:69-78.
- [4] 梁治齐.实用清洗技术手册[M].北京:化学工业出版社,2005:216-223

A Study on the Performance of Automatic Household Dishwasher Detergent Ingredients

Guo Xiaodan, Liu Bao

(1. Guangzhou City Daily Chemical Industry Research Institute Co., Ltd.; 2. Guangzhou Lonkey Industry Co., Ltd.)

Abstract: Automatic household dishwasher gains more attention with the growth in the living standards of people. The paper discussed how different raw materials (alkaline additive, chelating agent, oxidizing agent, polymer dispersing agent, surfactant, enzymes, etc.) of dishwashing detergent contributed to the detergency and affected the limescale of tableware when used in automatic household dishwasher detergent.