

Analysis of Technical Characteristics, Advantages and Disadvantages of Dishwasher Drying Methods in the European Market

Yangwei Peng

Foshan Shunde Midea Washing Appliances Mfg. Co., Ltd., Foshan, Guangdong, 528311, China

Abstract

Drying performance, as a core indicator for measuring the quality of dishwashers, directly affects the hygiene of tableware storage and user experience. Its technological route iteration and market acceptance exhibit distinct characteristics in the European market. Based on EU energy efficiency standards and market consumption data, this paper systematically sorts out the types of mainstream dishwasher drying technologies in Europe, including condensation drying, heat exchange drying, hot air drying, zeolite drying, and automatic door-opening drying. By comparing and analyzing the working principle, drying efficiency, energy consumption level and applicable scenarios of various technologies, and combining the technical practices of brands such as Siemens, Bosch, and Miele, this paper reveals the competitive advantages and limitations of different drying methods in the European market. The study finds that hot air drying dominates the mid-range market with its cost-performance advantage, zeolite drying leads the high-end market by virtue of its energy-saving and high-efficiency characteristics, while automatic door-opening drying shows a differentiated trend due to regional adaptability differences. Finally, in combination with the requirements of the EU's new ErP Directive, this paper forecasts the development direction of drying technology towards 'high efficiency and energy saving + intelligent adaptation', providing references for the industry's technological R&D and market layout.

Keywords

dishwasher; Drying technology; European market; Energy efficiency standards; Technology for

欧洲市场洗碗机干燥方式的技术特性与优劣分析

彭杨威

佛山市顺德区美的洗涤电器制造有限公司, 中国·广东 佛山 528311

摘要

干燥性能作为衡量洗碗机品质的核心指标, 直接影响餐具存储卫生与用户使用体验, 其技术路线迭代与市场接受度在欧洲市场呈现显著特征。本文基于欧盟能效标准与市场消费数据, 系统梳理欧洲主流洗碗机干燥技术类型, 包括冷凝烘干、热交换烘干、热风烘干、晶蕾烘干及自动开门烘干等。通过对比分析各类技术的工作原理、干燥效率、能耗水平及适用场景, 结合西门子、博世、美诺等品牌的技术实践, 揭示不同干燥方式在欧洲市场的竞争优势与局限性。研究发现, 热风烘干以性价比优势占据中端市场主导, 晶蕾烘干凭借节能高效特性领跑高端市场, 而自动开门烘干则因地域适应性差异呈现分化趋势。最后结合欧盟最新版ErP指令要求, 展望干燥技术向“高效节能+智能适配”的发展方向, 为行业技术研发与市场布局提供参考。

关键词

洗碗机; 干燥技术; 欧洲市场; 能效标准; 技术对比

1 引言

1.1 研究背景

欧洲是全球洗碗机普及率最高的市场, 德国、瑞典等国普及率已超 60%, 2024 年欧洲地区洗碗机出口额占全球份额的 50% 左右, 达 5.68 亿美元。随着欧盟环保法规日趋严格及消费者对餐具卫生要求的提升, 干燥性能已成为影响

产品竞争力的关键要素。与洗涤性能不同, 干燥效果直接决定餐具能否实现长期存储、是否滋生细菌, 且与能耗指标密切相关, 其技术路线选择既需满足 ErP 指令的能效要求, 又要适配欧洲家庭的饮食结构与厨房环境^[1]。

1.2 研究现状

现有研究多聚焦于单一干燥技术的性能优化, 缺乏针对欧洲市场的系统性技术对比分析。部分行业报告提及烘干技术的能耗差异, 却未结合欧洲地域特征与法规体系展开深入研究^[2]。

【作者简介】彭杨威(1992-), 男, 中国广东佛山人, 硕士, 工程师, 从事家用电器开发(洗碗机)研究。

1.3 研究目的与方法

本文旨在系统解析欧洲市场主流洗碗机干燥技术的优劣特性，明确各类技术的市场定位与适用边界。采用文献研究法梳理技术原理与行业标准，通过数据对比法分析干燥效率、能耗等核心指标，结合案例分析法解读主流品牌技术策略，最终形成全面的技术优劣评估框架。

2 欧洲市场洗碗机干燥技术的主要类型及工作原理

欧洲市场的洗碗机干燥技术历经多代迭代，形成了以余热利用、主动加热、吸附除湿和空气对流为核心的五大技术体系，各类技术基于不同的热力学原理实现水分去除，适应不同层级的市场需求。

2.1 冷凝烘干（余热烘干）

是最基础的干燥技术类型，其核心原理是利用洗涤结束后腔内残留的 70-80℃ 高温余热，使餐具表面水分蒸发，蒸发的水蒸气遇温度较低的不锈钢内壁冷凝成液态水滴，最终通过排水系统排出^[1]。

2.2 热交换烘干

此方案是在保留余热利用基础的同时，通过在内壁增设低温热交换板优化冷凝效果。其工作原理是通过冷水循环维持热交换板的低温状态（通常比内壁温度低 5-10℃），使腔内水蒸气优先在热交换板上冷凝，减少在内壁与餐具上的二次附着。

2.3 热风烘干

热风烘干属于主动干燥技术，通过风机吸入空气，经 PTC 加热元件加热至 50-80℃ 后吹入腔内，形成热气流循环，加速水分蒸发并将湿气排出腔体。根据气流循环方式可分为外循环与内循环两种类型：外循环从外部吸入冷空气加热后排出湿气，内循环则在腔内实现热风循环，通过 120℃ 高温实现高效干燥并避免外界污染。

2.4 晶蕾烘干（沸石烘干）

晶蕾烘干是博世、西门子等品牌主导的高端干燥技术，核心材料为天然硅铝酸盐矿石（沸石）。其工作原理基于沸石的物理吸附特性：洗涤结束后，高温水蒸气被沸石快速吸附，吸附过程释放热量使腔内温度升至 80℃，进一步加速水分蒸发；下次洗涤时，高温水流将沸石吸附的水分释放，实现矿石再生并重复利用。

2.5 自动开门烘干

自动开门烘干是近年兴起的节能技术，其原理是洗涤程序结束后，当腔内温度降至 55℃ 时，机器自动开启门板缝隙（通常 5-10mm），利用腔内高温湿气与外部冷空气的密度差形成自然对流，实现快速干燥，整个过程无需电力消耗。

3 欧洲市场主流干燥方式的优劣对比分析

3.1 干燥效率与效果

干燥效率通常以干燥指数（依据 EN 50242 标准）和烘干时间衡量。欧洲市场主流产品的干燥指数要求不低于 1.08，

优质产品可达 1.20 以上。

3.2 能耗水平

能耗是欧洲消费者与法规关注的核心指标，欧盟 ErP 指令将烘干能耗纳入能效等级评估体系，2025 年新版标准更将能效等级重新划分为 A-G 级，淘汰原 A+++ 等级。

冷凝烘干的能耗最低，单次烘干耗电量仅 0.05-0.1kWh，属于零额外能耗技术，但需以牺牲干燥效果为代价。热交换烘干因增加了水循环系统，能耗略升，单次耗电量约 0.1-0.15kWh，仍保持节能优势。

热风烘干的能耗相对较高，外循环机型单次耗电量 0.3-0.4kWh，内循环机型因减少了外部空气加热环节，能耗降至 0.25-0.35kWh，年能耗较传统热风机型降低约 10%。

晶蕾烘干的运行能耗与冷凝烘干接近，单次仅 0.08-0.12kWh，但需在洗涤阶段消耗额外能量实现矿石再生，综合能耗比热交换烘干低 15% 左右，年能耗可节省约 120kWh。

自动开门烘干的运行能耗最低，仅 0.03-0.06kWh，但在潮湿环境下需联动热风辅助，能耗会升至 0.2kWh 以上，呈现显著的地域差异性。

3.3 适用场景与环境适应性

欧洲家庭的厨房布局、餐具材质与气候差异，对干燥技术的适应性提出多元化要求。冷凝烘干适用于餐具以陶瓷为主、使用频率高、无需长期存储的小型家庭，尤其适配南欧小户型厨房的嵌入式安装需求，但不宜在潮湿环境中使用。

热交换烘干在冷凝技术基础上提升了内壁干燥度，适合对存储卫生有一定要求但预算有限的家庭，博世的入门级嵌入式机型多采用该技术，适配欧洲主流的一体化厨房设计。

热风烘干的环境适应性最强，外循环机型适合南欧潮湿地区，内循环机型因密闭性优势适配北欧寒冷地区，且能满足不锈钢餐具、烘焙工具等多样材质的干燥需求，成为西部门子中端机型的标配技术。

晶蕾烘干凭借高效干燥与低能耗特性，成为高端市场的首选技术，美诺、博世的旗舰机型均采用该技术，适配德国、瑞士等对能效要求严苛且餐具存储需求高的家庭，尤其适合多口之家的大容量洗碗机。

自动开门烘干呈现明显的地域分化：在北欧干燥地区（如瑞典），其快速节能的优势显著，市场接受度达 40%；而在南欧多雨地区（如意大利），因易引入湿气与蚊虫，接受度不足 15%，需搭配防虫滤网等辅助装置。

4 欧洲市场主流干燥技术的竞争格局

欧洲洗碗机干燥技术市场呈现明显的层级分化：中端市场以热风烘干为主导，凭借 95% 以上的干燥率与适中价格，占据 40% 的市场份额；高端市场由晶蕾烘干领跑，在 1500 欧元以上价格带占比超 60%；入门市场则由冷凝烘干与热交换烘干瓜分，合计占比 40%；自动开门烘干因地域限制，市场份额仅 10% 但增长迅速。

从品牌竞争看，西门子采用“热风烘干 + 晶蕾烘干”

双技术路线，中端机型搭载内循环热风技术，高端机型采用晶蕾技术；博世则强化热交换与晶蕾的组合应用，通过三重烘干系统提升产品溢价；美诺作为高端品牌，全系标配晶蕾烘干技术，凸显德国工艺优势；本土中小品牌多以冷凝烘干与基础热风烘干为主，主打性价比^[5]。

5 欧洲市场干燥技术选择的影响因素

5.1 关键影响因素

(一) 法规政策约束：欧盟 2025 年新版 ErP 指令大幅提高能效门槛，淘汰原 A+++ 等级，对烘干能耗的限制从 0.4kWh/次降至 0.3kWh/次，直接推动热风烘干的节能升级与晶蕾烘干的市场渗透。

(二) 地域环境差异：北欧干燥寒冷的气候适合自动开门烘干与内循环热风烘干，南欧潮湿温暖的环境则更适配外循环热风烘干与晶蕾烘干，这种地域分化导致品牌需推出区域定制化产品。

(三) 消费需求升级：欧洲消费者对“洗烘存一体”需求增长，超过 80% 的用户期望餐具洗涤后实现彻底干燥并长期存储，推动干燥技术从“单一干燥”向“存储级干燥”升级。

(四) 成本效益平衡：虽然晶蕾烘干能效优势显著，但 50% 以上的成本溢价限制其普及，而热风烘干通过技术优化实现能耗下降 15%，成为性价比最优解，符合大众市场需求。

5.2 技术发展趋势

(一) 节能化升级：热风烘干通过 PTC 元件与风机的智能联动，实现多段式烘干，能耗有望进一步降低至 0.25kWh/次以下；晶蕾烘干则通过矿石改性技术提升吸附效率，再生能耗降低 20%^[6]。

(二) 智能化适配：结合湿度传感器与 AI 算法，实现干燥参数动态调节，如根据餐具材质、负载量及环境湿度自动切换烘干模式，西门子已在高端机型中应用该技术^[7]。

(三) 多功能集成：干燥技术与消毒、除味功能深度融合，如晶蕾烘干与高温除菌结合，热风烘干与紫外线消毒联动，满足消费者对卫生安全的高阶需求^[8]。

(四) 模块化设计：推出可更换的干燥模块，用户可根据需求升级烘干系统，如从热交换烘干升级为热风烘干，延长产品生命周期，降低维护成本^[9]。

6 结论与建议

6.1 主要结论

(一) 欧洲市场主流干燥技术各有优劣：冷凝烘干节能但效果有限，仅适用于入门级需求；热交换烘干在节能与效果间取得平衡，适配中端基础需求；热风烘干以高性价比与强适应性成为市场主力；晶蕾烘干高效节能但成本高昂，主导高端市场；自动开门烘干节能快速但地域适应性差，呈现分化格局^[10]。

(二) 技术选择受多重因素驱动：法规政策决定能耗底

线，地域环境影响适配性，消费需求引导功能升级，成本结构决定市场层级，品牌需根据目标市场精准匹配技术路线^[11]。

(三) 未来技术将向“高效节能+智能适配”演进，节能指标与智能化水平成为核心竞争力，晶蕾烘干与优化型热风烘干将形成高端与中端市场的双主导格局^[12]。

6.2 行业建议

(一) 技术研发方向：中端产品聚焦热风烘干的能耗优化，通过双风机设计与智能温控降低电耗；高端产品深化晶蕾烘干的材料创新，提升吸附效率与再生性能；区域产品针对南欧市场强化外循环热风的防潮设计，为北欧市场优化自动开门的密封性能。

(二) 市场布局策略：在德国、瑞士等高端市场主推晶蕾烘干机型，强调节能与存储优势；在英法等中端市场主打内循环热风机型，突出性价比；在南欧市场侧重外循环热风机型，解决潮湿环境干燥难题。

(三) 合规应对措施：提前布局最新的 ErP 指令合规，将烘干能耗纳入产品设计初期考量，通过技术创新满足新能效等级要求，避免市场准入风险^[13]。

参考文献

- [1] 张晓明.家用洗碗机干燥技术的发展与应用[J]. 家电科技, 2022, (4): 68-72.
- [2] 李红梅,王建国.智能洗碗机烘干性能测试与分析[J]. 电器, 2023, (3): 70-72.
- [3] 陈晓峰,刘志强.基于沸石材料的洗碗机干燥系统设计研究[J]. 机械工程学报, 2021, 57(12): 156-163.
- [4] 王文涛,赵琳琳.洗碗机风机通风干燥技术的优化路径[J]. 家电科技, 2023, (3): 108-111.
- [5] 欧洲家电协会. 2024年欧洲洗碗机市场技术发展报告[R]. 布鲁塞尔: 欧洲家电协会, 2024.
- [6] Schmidt K, Müller J. Energy efficiency analysis of different dishwasher drying technologies[J]. Energy and Buildings, 2022, 265: 112189.
- [7] Bosch Home Appliances. PerfectDry technology: Zeolite drying system white paper[R]. Munich: Bosch Group, 2023.
- [8] Siemens Home Appliances. Hot air drying vs. condensation drying: Performance comparison[R]. Berlin: Siemens AG, 2023.
- [9] Meyer S, Klein A. Consumer preferences for dishwasher drying functions in Europe[J]. Journal of Consumer Studies, 2022, 46(2): 389-402.
- [10] European Commission. 2025 ErP Directive for household dishwashers[EB/OL]. https://ec.europa.eu/energy/efficiency/erp_en, 2024-03-15.
- [11] 赵文静,陈明.洗碗机自动开门干燥技术的环境适应性研究[J]. 家电科技, 2024, (2): 89-93.
- [12] 未来智库.洗碗机出口市场格局重塑与技术壁垒分析[R]. 北京: 未来智库, 2025.
- [13] Miele & Cie. High-end dishwasher drying performance test report[R]. Gütersloh: Miele Group, 2023.