

基于 AI 视觉识别的全自动海洋垃圾清理机器人

张嘉名¹, 华闻进, 龙钊, 翟鸿扬, 沙辰辰, 陈昌林, 马一凡, 徐梦洁, 舒双宝²

(合肥工业大学仪器科学与光电工程学院, 合肥 230009)

摘要: 为解决海洋清理船自动化水平低、人力成本高、无法海陆同时作业等问题, 设计了全自动海陆两栖垃圾清理智能机器人, 该机器人具有以下功能和创新: 螺旋滚筒推进方式实现海陆两栖; RJS 算法实现 AI 视觉检测海洋垃圾; 依靠北斗导航和路径规划算法实现机器人自主规划最优清理路径和返航路径; 智慧云服务平台以及手机 APP 实现用户远程操控和周围环境监测等。

关键词: 螺旋滚筒推进, 海陆两栖, AI 视觉 RJS 算法, 路径规划, 垃圾清理机器人

中图分类号: TP2 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 510.1050

1 引言

海洋垃圾污染已成为一种经济、政治和环境问题, 引起了国际社会的广泛关注^[1-2], 且随着排海垃圾逐渐增加, 全球海洋垃圾污染形势日益严峻。

多项研究表明, 塑料废弃物构成了海洋和沿海垃圾的重要部分^[3-4]。全球海洋中估计至少含有 5.25 万亿个塑料颗粒, 总重量约为 26.9 万吨^[5]。微塑料颗粒一旦被海洋生物摄食, 将通过食物链传播, 危害人体健康, 并对生态系统和生物多样性产生负面影响。

传统海洋垃圾清理依赖人工劳动, 安全和效率得不到保障。现有清理船采用的传送带方法, 易出现收集不准、垃圾卡住、无法应对潮间带垃圾、不能实现海陆两栖、垃圾转移到岸上难度大等问题。此外, 这些设备昂贵、耗能、需要大量劳动力且效率相对较低。

为解决上述问题, 本研究提出了一种基于螺旋推进的智能垃圾清理机器人。该设计采用螺旋滚筒和机械臂铲斗的创新机械结构, 使机器人兼具海洋表面垃圾清理和潮滩垃圾运输的双重功能。设计 RJS 算法和电化学检测模块, 实现垃圾检测识别和路径规划。

实验结果显示, 该机器人能够很好地实现海陆两栖和高效清理垃圾, 这些创新设计元素有望为垃圾清理机器人领域带来重大突破。

¹ 第一作者信息 (姓名: 张嘉名; 性别: 男; 研究方向: 机械结构设计, 机器视觉, 自动化控制; 邮箱: 1508886453@qq.com)

² 通信作者信息 (姓名: 舒双宝; 性别: 男; 职称: 合肥工业大学测控系副主任, 副教授; 研究方向: 等离子体物理诊断计算、智能光电测量与诊断技术、机器视觉与图像处理、自动化测试计量技术等, 邮箱: shu@hfut.edu.cn)

2 机器人设计背景和应用价值

2.1 产业背景

海洋覆盖地球 70% 以上的面积，是孕育生命的摇篮、联通世界的纽带、促进发展的平台，对人类社会生存和发展具有重要意义^[6]。然而海洋环境正遭受着严重破坏和污染，海洋塑料垃圾的问题日益严重。根据联合国环境规划署预测，海洋中的塑料垃圾量每年将增加 2300~3700 万 t，到 2040 年，将增加近 3 倍^[7]。中国国家海洋局的数据显示，中国 84% 的沿海地区遭受严重的塑料垃圾污染^[8]，这给海洋生态安全、人们的日常生活和环境、经济、旅游业都带来了严重的负面影响，因此，清理海洋垃圾的工作刻不容缓。

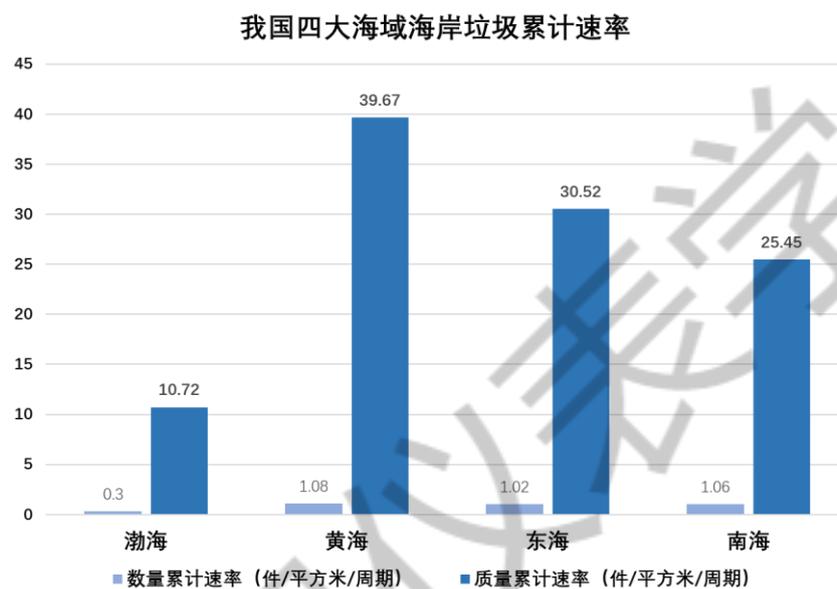


图 1 我国四大海域海岸垃圾累计速率

目前，自动化垃圾回收设备已经成为清理海洋垃圾的必然趋势，但目前市场上的设备存在诸多问题，如规模化应用困难、结构复杂、价格过高等。因此，我们设计并研发出了一款全自动的海陆两栖垃圾清理机器人，其采用双螺旋推进结构，能够在复杂的水陆工作环境中运行，搭载自主巡航和人工智能垃圾识别技术，并配备了实时水质检测功能，为海洋垃圾清理工作提供一种高效、自动化、易于操作的解决方案。

2.2 机器人应用价值

团队研发的“基于 AI 视觉垃圾识别的全自动海洋垃圾清理机器人”为优化海洋垃圾治理技术能力提供了新的思路，有望加强海洋生态保护和污染综合性治理，促进蓝色经济的可持续发展，研发成果也将为其他研究者在海洋水面垃圾清理产品方面提供参考和借鉴，引领开启清洁海洋行动的新篇章，力求推动海洋垃圾清理取得深刻、实质性的成效。