

IV. ТЕХНОЛОГИИ, МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ, ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ

For citation: Fu Jia-Hao. General laser cleaning trolley control design // Grand Altai Research & Education — Issue 2 (20)'2023 (DOI: 10.25712/ASTU.2410-485X.2023.02) — EDN: <https://elibrary.ru/ukcoqs>

УДК 52.626

GENERAL LASER CLEANING TROLLEY CONTROL DESIGN

*Fu Jia-hao*¹

¹ Hubei Digital Textile Equipment Key Laboratory, Wuhan Textile University, Wuhan, 430073, China
E-mail: 212819295@qq.com

Abstract: In order to solve the problem of high pollution, high contact and easy damage to the substrate caused by traditional methods of hull cleaning and paint removal. We are committed to the development of a proprietary intellectual property rights, cost-effective universal laser cleaning car, which will be widely used to lay a solid foundation. As an advanced and efficient automatic equipment, laser cleaning trolley can effectively improve work efficiency and product quality, and lay a foundation for intelligent shipbuilding. This paper focuses on the application of laser cleaning trolley in ship board rust removal, and its fine control design.

Key words: Lasers; Cleaning; Car; Control design

通用激光清洗小车控制设计

*付家豪*¹

¹ 武汉纺织大学, 湖北省数字化纺织装备重点实验室, 中国, 武汉 430073
E-mail: 212819295@qq.com

摘要: 为了解决传统的船身清洗除漆方式高污染, 高接触, 易于对基材造成伤害的问题. 我们致力于研发一款拥有自主知识产权, 性价比极高的通用激光清洗小车, 这将为其广泛的应用前景奠定坚实的基础. 激光清洗小车作为一种先进高效的自动化设备, 可以有效提高工作效率和产品质量, 为实现智能造船奠定基础. 本文专注于探究激光清洗小车在船舶板材除锈方面的应用, 并对其进行精细的控制设计.

关键词: 激光; 清洗; 小车; 控制设计

0 引言

激光清洗作为一种新的绿色环保工艺在船舶制造业得到广泛应用,但其对环境的污染却不容忽视. 尽管近年来,激光清洗在学术界的研究逐渐增多,但清洗材料的种类和应用领域也在不断拓展 [2]. 我们对一种新型的通用激光清洗小车进行了深入研究,该清洗小车具有操作简单方便,自动化程度高,可重复利用性和环保无污染等优点. 该清洗小车采用了轨道型小车的总体结构形式,搭载了基于 STM32 单片机的控制系统,并运用了武汉翔明激光公司所研发的基于光纤激光技术的小旋风 SLC-100-B 激光器,以实现高效的清洗效果. 在激光清洗作用下,不同材料的基体显微组织,成分分布及硬度值没有发生改变,说明激光清洗不会对基体材料造成损伤,清洗后基体力学性能保持稳定 [3]. 该清洗小车具有体积小,重量轻,操作简单和运行稳定可靠等特点,可以完成复杂环境下的各种表面清洁任务,特别适用于工业机器人的运动控制. 在本文中,我们对激光清洗技术的历史渊源,通用激光清洗小车的总体规划,小车控制系统的硬件设计以及软件设计等多个方面进行了详尽的设计和论证. 本文所研究的通用激光清洗小车,以其高度自动化和经济实惠的特点,该焊缝清洗工艺适用于大型板材,具有广泛的应用前景,尤其在船舶维护和其他大型工业器材清洗领域.

1 激光清洗机理

激光清洗技术的原理是利用具有高亮度和良好方向性的持续或单脉冲激光,生成一束具有独特光点形状的能量,根据电子光学对焦和光斑整形,将能量束照射到需要清洗的基材上. 被污染物吸收激光能力后,会发生一系列繁琐的过程,如震动,融化,燃烧,甚至气化等,最终使污染物在不危害基材自身的情况下脱离原材料表面 [4].

2 通用激光清洗小车的总体设计

目前国内市场上常见的清洗头为激光清洗器和超声波清洗器两种. 考虑到小车结构负荷的限制,我们决定选用 SLC-100-B 清洗机作为激光清洗器的重要组成部分,该设备不仅能够保持高效的清洗效率,还能够实现清洗头和整机重量的轻量化,具有极高的便携性. 另外,通过采用激光技术,它可对各种材质进行高效快速的表面处理. 其清洁头的垂直出光模式亦可更适用于实际工作场所,以提升其实用性. 激光清洗小车的完整结构由底板,手柄,行走机构,偏心式自锁紧机构以及滚轮等多种元素构成,这些元素相互协作,形成了一个完整的结构. 小车的行进系统采用直流伺服电机,齿轮齿条传动机构,传动轴和导向轨道等元件,以实现小车在轨道上行驶时的彻底清洁. 在整个清洁过程中,各零部件始终处于相对运动状态. 由于这些元件采用非接触机械运动方式,因此在清洗过程中不会产生任何污染物质. 为了确保小车的平稳运行,偏心式自锁紧机构被设计用于自动调整轨道与小车滚轮之间的距离,以使小车滚轮更加贴合轨道.

3 通用激光清洗小车控制系统的硬件设计

纵观小车控制系统结构体系, 其中硬件结构非常重要, 能够从实际出发来实现小车所有功能. 我们可以构思出其数控系统的硬件架构示意图, 如下图 1 所呈现.

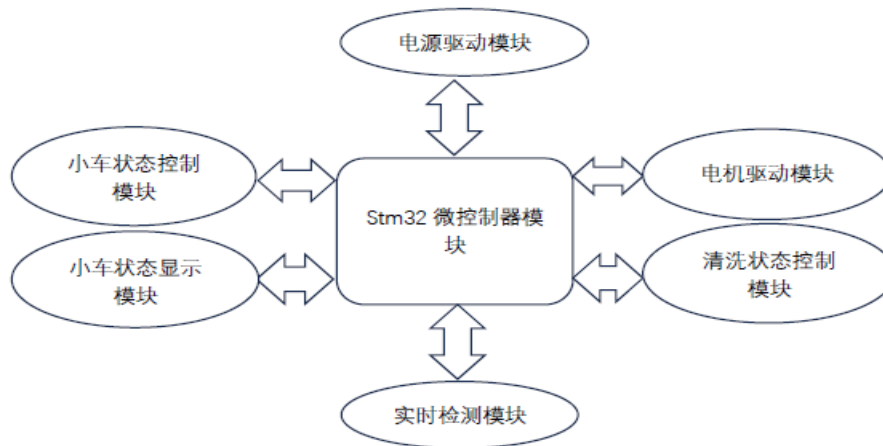


图 1 通用激光清洗小车控制系统的硬件结构框图

Fig. 1 hardware structure block diagram of general laser cleaning trolley control system

各模块的功能说明如下:

(1) 微控制器模块: 作为整个控制系统的核心, 经过对各种微型处理器的综合比较, 我们最终决定采用基于 STM32F103C8T6 单片机的通用激光清洗小车控制硬件作为微型处理器.

(2) 电源驱动模块: 220V 转 12V AC-DC 稳压降压电源模块刚好可以满足 L298N 电机的驱动输入电压的要求, 这样我们就可以用 L298N5V 的输出电压向 STM32 进行传输.

(3) 电机驱动模块: 驱动 L298N 电机的模块, 利用 L298N 的 5V 输出电压为 STM32 提供电力, 从而实现对电机运动的控制 [5].

(4) 小车参数展示模块: 利用 OLED 微型显示器, 实时呈现小车在清洗过程中的各种参数, 包括行驶速度, 运动时间等.

(5) 小车运动状态控制模块: 通过利用控制面板的输入, 如信号控制开关, 电位器等, 直接操纵小车在运动过程中的各种状态, 包括但不限于启动, 停止和速度调整等, 以实现精准的控制.

(6) 清洗状态控制模块: 通过将 STM32 单片机的 I/O 口设置为上拉输入模式, 并运用按键扫描开关, 成功实现了对清洗状态的控制模块, 从而顺利完成了清洗机的开关操作.

(7) 实时监测模块:

在接下来的章节中, 我们将深入探讨小车硬件系统的各个主要模块, 对其基本工作原理和实现方法进行分析, 并详细介绍各个模块所选用的元件的独特特点.

其中,通用激光清洗小车硬件图电路图如下图 2 和图 3.

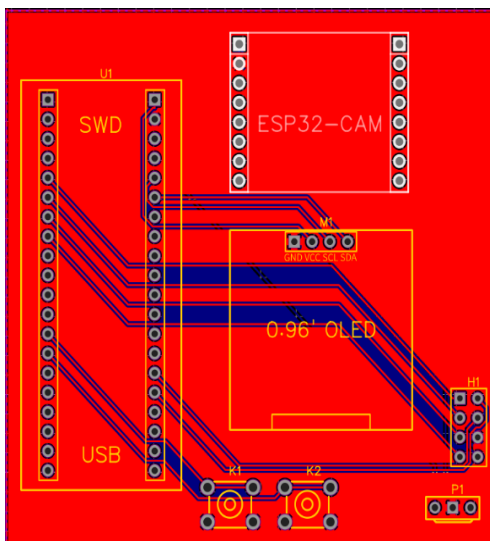


图 2 顶层电路图

Fig. 2. Top-level circuit diagram

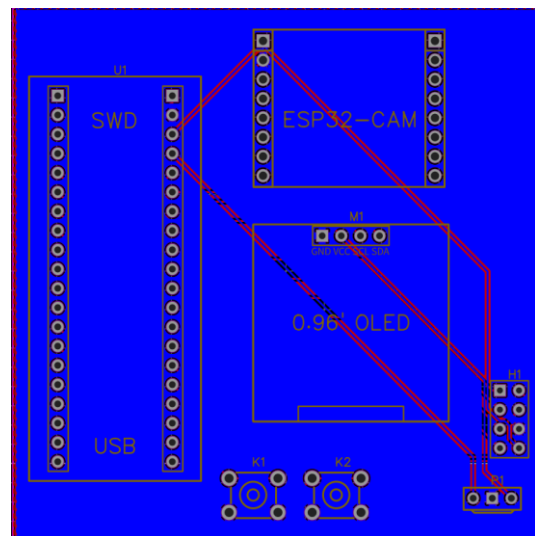


图 3 底层电路图

Fig. 3. Bottom circuit diagram

4 通用激光清洗小车控制系统的软件设计

在激光清洗小车的软件设计中,采用了以 STM32 单片机为核心的编程技术,该技术涉及到多个 ic 芯片的硬件电路.这些功能模块既是独立的,也因 STM32 而彼此联系.这些数据单靠 STM32 内存储空间是不太够用的,应该选用内存容量略大的 eeprom 来储存充足的资料.二是我们要在内存空间内对这些数据进行合理安排,本课题研究的通用激光清洗小车软件结构总设计如图 4.

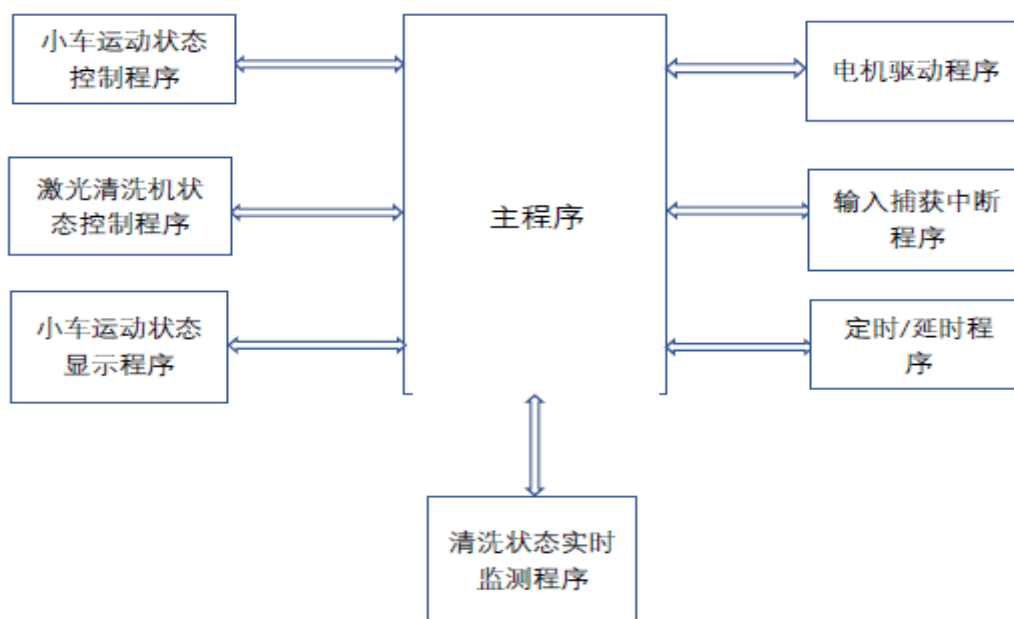


图 4 激光清洗小车控制系统软件结构图

Fig. 4. Software structure of laser cleaning trolley control system

图中各模块的功能介绍如下: (1) 主程序模块设计程序, 负责对整个数控系统软件的各个子程序和任务进行调度管理, 以 `main` 函数为入口. (2) 小车运动状态控制程序模块设计程序, 通过按红外遥控器的按钮来操纵小车. (3) 激光清洗机状态控制程序模块设计程序, 通过按键扫描控制激光清洗机的停止和启动. (4) 运动状态显示程序模块设计程序, 通过控制 OLED 屏幕负责显示清洗小车工作时的各种运动状态参数. (5) 电机控制程序模块设计程序, 通过对 L298N 连接 STM32 的 I/O 口进行执 0 和执 1 来控制小车的正转, 反转和停止. (6) 定时及延时程序模块设计程序, 采用硬件定时器及软件延时等方法, 为软件系统提供准确的时间片段. (7) 中断服务程序模块设计程序, 处理单片机的各种中断障碍. (8) 实时检测系统程序模块 ESP32-CAM 相机独立模块的程序编写.

5 结束语

本文探讨的是一款典型的机电一体化设备 — 通用激光清洗小车, 其控制系统的硬件设计和软件系统设计则是本文的两大核心要素. 该系统以单片机为核心控制单元, 采用模块化设计思想对激光清洗小车进行总体设计. 在本文的展开过程中, 我们成功地实现了激光清洗小车控制系统的硬件和软件设计, 并进行了全面的综合调试, 以确保系统的稳定性和可靠性.

参考文献

- [1] 方世超. 激光脱除船舶板材表面环氧漆的应用研究 [D]. 湖北工业大学, 2019.
- [2] 石玮玮, 李文豪, 孙辉, 刘云, 尹卫东. 激光清洗技术的应用及发展趋势研究 [J]. 清洗世界, 2021, 37(08):48-50.
- [3] 陈国星, 魏少翀, 陆海峰等. 激光清洗对不同基体材料损伤行为研究 [J]. 南京理工大学学报, 2023, 47(04):523-532. DOI: 10.14177/j.cnki.32-1397n.2023.47.04.010.
- [4] 俞鸿斌. 金属表面激光清洗技术研究 [D]. 华中科技大学, 2015.
- [5] 陈乐鹏, 谭晓东, 曹江浩, 刘升云, 高智伟. 超声波定位系统智能跟随小车设计 [J]. 科技创新与应用, 2019(35):24-26.
- [6] Jacko Patrik, Bereš Matej, Kováčová Irena, Molnár Ján, Vince Tibor, Dziak Jozef, Fecko Branislav, Gans Šimon, Kováč Dobroslav. Remote IoT Education Laboratory for Microcontrollers Based on the STM32 Chips [J]. Sensors, 2022, 22(4).
- [7] Xuejie Wang, Yamei Shi, Kai Li, Yalong Guo, Tongyu Yu. Design of Target Control System based on STM32 [J]. International Core Journal of Engineering, 2022, 8(1).

References

- [1] Fong sai-chiu. Study on the application of laser removal of epoxy paint on ship plate [D]. Hubei University of Technology, 2019.
- [2] Shi Weiwei, Li Wenhao, Sun Hui, Liu Yun, Yin Weidong. Study on application and development trend of laser cleaning technology [J]. Cleanse the world, 2021, 37(08) : 48-50.
- [3] Chen Guoxing, Wei shao-chong, Lu Haifeng and others. Study on damage behavior of different matrix materials by laser cleaning [J]. Acta Nanjing University of Science and Technology, 2023, 47(04) : 523-532. DOI: 10.14177/J. CNKI.32-1397N. 2023.47.04.010.
- [4] Yu Hung-Bun. Study on laser cleaning of metal surface [D]. Huazhong University of Science and Technology, 2015.

- [5] Chen Lepeng, Tan Xiaodong, Cao Jianghao, Liu Shengyun, Gao Zhiwei. Ultrasonic positioning system intelligent follow car design [J]. Innovation and application of Science and Technology, 2019(35) : 24-26.
- [6] Jacko Patrik, Bereš Matej, Kováčová Irena, Molnár Ján, Vince Tibor, Dziak Jozef, Fecko Branislav, Gans Šimon, Kováč Dobroslav. Remote IoT Education Laboratory for Microcontrollers Based on the STM32 Chips [J]. Sensors, 2022, 22(4).
- [7] Xuejie Wang, Yamei Shi, Kai Li, Yalong Guo, Tongyu Yu. Design of Target Control System based on STM32 [J]. International Core Journal of Engineering, 2022, 8(1).