

文章编号: 2095-2163(2023)07-0094-05

中图分类号: TP242.3

文献标志码: A

基于 STM32 的外墙喷洗清洁机设计

王胜蓝, 叶邦松, 袁方, 侯飞宇, 汤志仁, 江鸿博

(上海工程技术大学 机械与汽车工程学院, 上海 201620)

摘要: 随着机器人技术的发展, 高成本、高风险的人工清洁方式已经逐步被清洁机器人所代替, 本文设计了一款基于 STM32 单片机的气、水两相外墙喷洗清洁机, 该外墙喷洗机包括楼顶供给系统、升降装置、外墙喷洗平台以及楼底配重小车。楼顶供给系统及时供给空中喷洗平台水、气与清洁液, 以卷扬机作为升降装置动力控制空中平台立面清洁, 以摇臂机构、喷洗机构、视频监控为主要部分组成非接触式清洁喷洗平台, 能够及时辨别窗面上污物, 反馈到楼底操作员, 利用遥控器着重进行射流清洁, 经过样机封装与外场实验, 喷洗平台测试清洁效果良好, 值得为智能外墙清洗行业做进一步普及推广。

关键词: 外墙喷洗机; 升降装置; 立面清洁; 摇臂机构; 射流清洁

Design of exterior wall spray cleaning machine based on STM32

WANG Shenglan, YE Bangsong, YUAN Fang, HOU Feiyu, TANG Zhiren, JIANG Hongbo

(School of Mechanical and Automotive Engineering, Shanghai University of Engineering Science, Shanghai 201620, China)

[Abstract] With the development of robot technology, high-cost and high-risk manual cleaning methods have been gradually replaced by cleaning robots. In this study, a gas and water two-phase external wall spray washing and cleaning machine based on STM32 is designed. The external wall spray washing machine includes roof supply system, lifting device, external wall spray washing platform and building low counterweight car. The roof supply system provides air spray platform water, gas and cleaning liquid in time. In the design, the hoist is taken as the lifting device power to control air platform facade cleaning, and the non-contact cleaning platform is composed of rocker arm mechanism, spray washing mechanism and video monitoring. The dirt could be identified on the window surface in time and reported back to the operator below, therefore the remote control is used to focus on jet cleaning. After prototype packaging and field experiment, the spray cleaning platform test cleaning effect is good, worthy of further popularization and promotion for the intelligent exterior wall cleaning industry.

[Key words] spray washing machine; lifting gear; facade cleaning; rocker mechanism; jet cleaning

0 引言

随着国内经济不断发展, 城市化发展迅速, 带来了人口的迅速的增长。与之相适应, 城市中高楼建筑层出不穷, 玻璃幕墙作为一种新颖的高端建筑墙体, 是如今高层建筑的首选^[1], 繁重、高风险、高成本、低效的清洁工作成为困扰人们的一大问题。目前, 高空清洗外墙施工通常有 2 种方式。一种是高空吊篮, 另外一种方式是高空吊绳, 需要经过专业施工人员进行作业^[2], 这无疑会提高了危险几率, 长时间外墙作业、天气条件变化等均会影响外墙清洗工作。因此, 为了解决外墙清洁问题, 研制一款智能、高效、轻量、安全的外墙喷洗机尤为重要。

1 整体方案设计

针对本次高楼外墙工作环境, 喷洗机在升降机构的带领下, 完成大面积高楼外墙清洗动作, 为了简化空中平台、减小质量, 喷洗平台所需的气路、水与清洁液均由平台本体外部提供, 提高了喷洗平台工作的稳定性与安全性, 为了摆脱高墙障碍物对清洁效果的影响, 喷洗平台在清洗作业时实现了非接触式清洁。

根据喷嘴射流清洁工作原理出发, 喷洗机主要包括 3 个主要部分, 即: 楼顶部分为升降机构与供给系统、电源控制系统, 空中清洗部分为喷洗清洁平台与框架、软导轨等, 楼底包括配重小车、远程遥控等。此外, 为了能及时监测到清洗状况, 喷洗机内部安装

作者简介: 王胜蓝(1998-), 男, 硕士研究生, 主要研究方向: 智能清洁机设计。

通讯作者: 王胜蓝 Email: 1287416737@qq.com

收稿日期: 2022-06-18

小型摄像头,及时观察喷洗机工作状态,通过远程遥控器调整内部摇臂机构摆动幅度、水泵与空压机开关等,为了简化整体方案图形,给读者充分理解,整体设计方案如图 1 所示,基本参数见表 1。

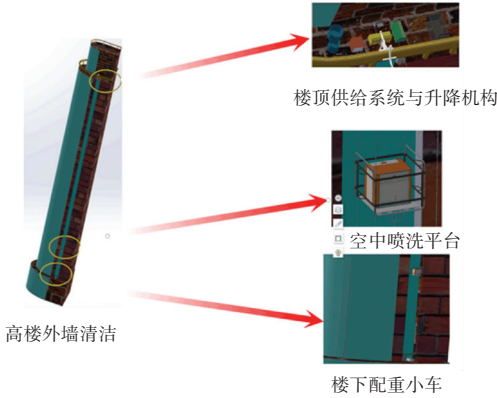


图 1 外墙喷洗机整体清洁方案

Fig. 1 Overall cleaning scheme of exterior wall spray washer

表 1 喷洗清洁机基本参数

Tab. 1 Basic parameters of spray cleaning machine

部件	个数	长/mm	宽/mm	高/mm	质量/kg	材质
升降装置	1	2 200	1 000	1 800	42	碳钢
钢缆	1	150				合金钢
喷洗平台	1	500	400	500	20	
配重小车	1	1 000	500	520	30	
导轨	4	150				尼龙绳

2 整体结构设计

2.1 喷洗平台

外墙喷洗平台的设计结构如图 2 所示。喷洗机清洁作业时,为了保证喷洗作业过程稳定性与安全性,外墙喷洗平台在外部安装了防撞框架,4 根导轨绳引导防撞框架在竖直方向运动,在一定程度上避免了喷洗平台侧倾,喷洗平台主要包括两工作层与电源层,喷洗机在作业时,由上向下进行清洁工作,首先由底层喷嘴喷洗清洁液,清洗液由水、酒精、乙二醇、缓蚀剂及多种表面活性剂组成^[3],降低液体冰点,起到防冻作用,然后由上层喷嘴进行气、水两相清洁,电源装置在内部供电给摇臂机构,在摇臂机构带动下,扩大清洁面积。

喷洗平台内部结构如图 3 所示,第一层为 24 V、2.5 AH 防水充电电源,所采用锂电池能量密度高、输出功率大、工作范围宽、可随时替换^[4],其工作时间可持续 10 h,内部摇臂机构通过调速器调节其转速,喷洗机可通过无线控制接收指令完成所有设计功能,通过视频传输及时反馈给操作终端,可以在数

据异常的情况下及时停机,保证喷洗机作业过程安全^[5]。第二、第三层采用锥形喷嘴清洁,以高速水作用在被清洗物表面上,进而实现清洗作业^[6],高压水清洗属于物理清洗,相比于化学清洗,适用范围广、清洗速度快、易于机械化及自动化^[7]。

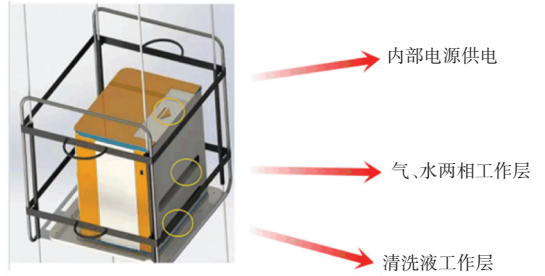


图 2 外墙喷洗平台

Fig. 2 Exterior wall spray washing platform

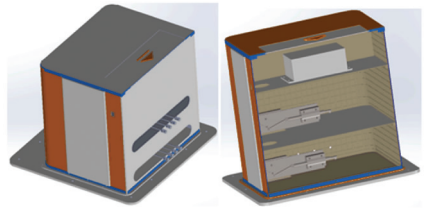


图 3 喷洗平台部分内部结构

Fig. 3 Internal structure of spray cleaning platform

为了提高抗风等级,喷洗平台框架设置 4 根软导轨,空中平台抗风受力图如图 4 所示。由图 4 可知,利用导轨绳拉力克服横向风力干扰,预紧的软导轨具有一定张力,在不影响机器人自由度的情况下,约束喷洗平台位置^[8]。

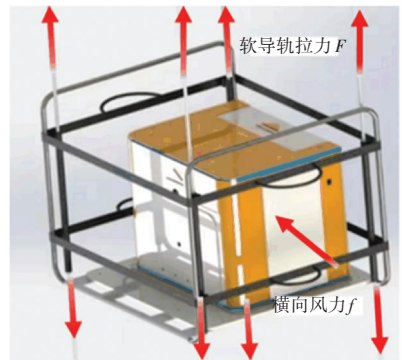


图 4 空中平台抗风受力图

Fig. 4 Wind resistance chart of aerial platform

2.2 楼顶升降装置与供给系统

2.2.1 升降装置

卷扬机带动钢丝绳进行上下牵引运动,提高了喷洗平台工作的稳定性。升降装置如图 5 所示。升降装置在壁面架设,上下运动依靠卷扬机提供动力,升降机架具有越过高楼女墙上环形避雷针的重要作

用,在保证机架强度的情况下,采用40钢材拼接而成,尽量降低机架质量^[9],可以根据高楼女墙高度调整机架,机架依靠女墙环形作为导轨在水平方向进行移动,卷扬机钢缆通过升降机构上方三滑轮带动喷洗平台,导轨绳、水管、风管穿过机架外伸环扣,避免因绳索太多出现打结问题。外伸扣件如图6所示。



图6 外伸扣件

Fig. 6 Overhanging coupler

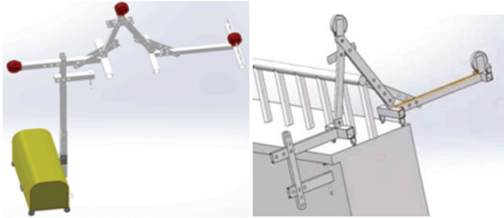


图5 升降装置

Fig. 5 Lifting device

2.2.2 气、水两路供给系统

楼顶供给系统如图7所示。由图7可知,喷洗平台在外墙工作需及时供给水、气与清洁液,水与清洁液主要根据高压水泵提供,空压机主要为喷嘴提供气体,空压机压力设定为固定值,能够在清洁作业的同时及时吹散残留在外墙上的水珠,外侧清水、清洁液与水泵相连并安装溢流阀,保证水供给系统不因压力过高而发生事故。

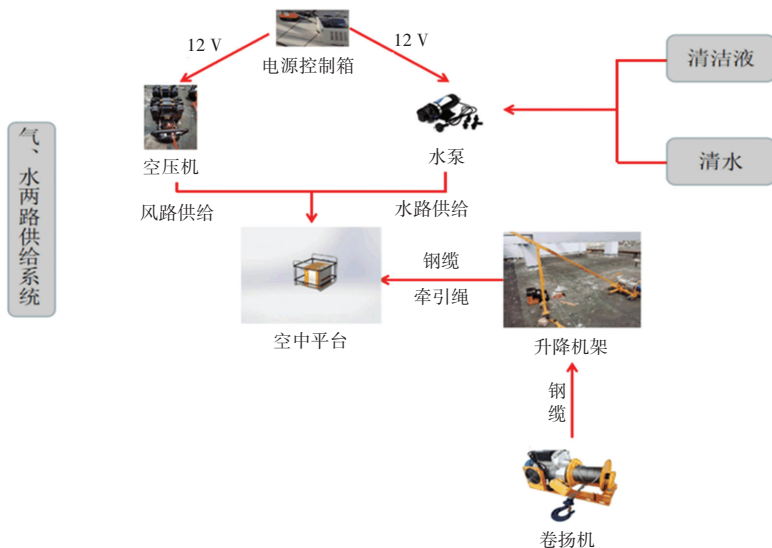


图7 楼顶供给系统

Fig. 7 Roof supply system

3 远程控制系统

为了进一步满足智能化远程控制要求,喷洗平台控制系统采用STM32F103ZET6单片机,STM32F103ZET6是一种嵌入式-微控制器的集成电路,该单片机主频达到72 MHz^[10],片内Flash容量512 kB,SRAM容量64 kB,内核规格为32位,电源电压为2.0~3.6 V。中央控制系统协调控制楼顶升降系统、外墙喷洗系统、空中监视系统以及地面遥控操作系统,各子系统丰富,控制系统电路如图8所示。

外墙喷洗平台采用远距离WiFi信号传输视频

数据,图9为喷洗平台所用小型摄像头,主要依靠2.4 G802.11nWiFi内置天线,内置电池满电续航2.5 h,若发生异常情况可及时推送到手机,采用128 G储存卡循环储存录像。

系统技术路线如图10所示。空中喷洗平台依靠内置天线发送视频数据传输,在楼底操作人员观察显示器之后,利用遥控发出电信号进行远距离控制,以12 V低电压控制220 V高电压,抗干扰能力强,覆盖范围广,可调整空中喷洗平台姿态,该遥控通过楼顶控制器,进而控制楼顶升降装置、水泵、空压机开关启停。

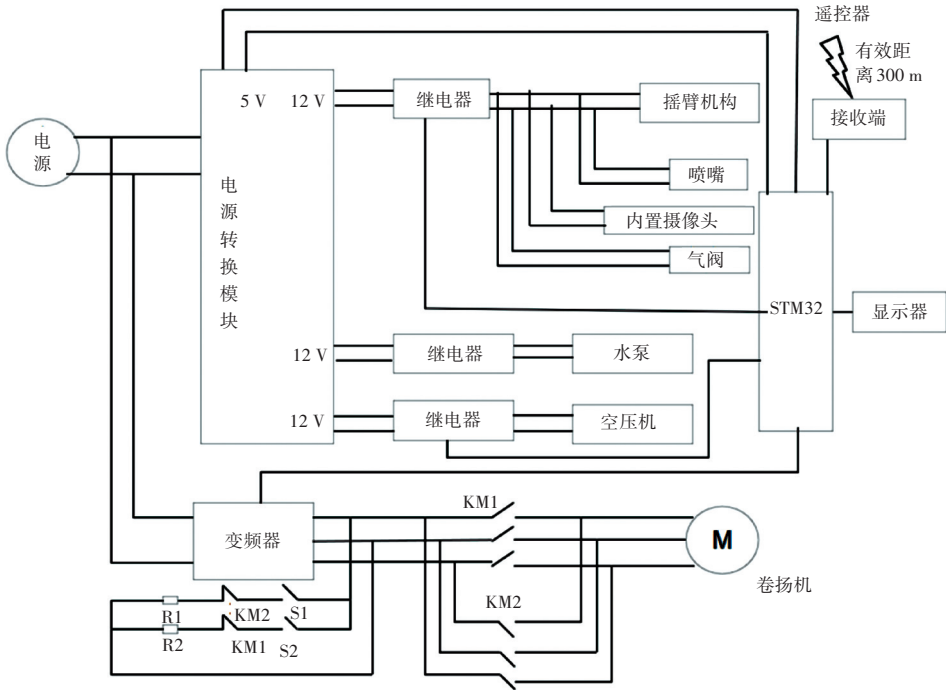


图 8 控制系统电路图

Fig. 8 Flow chart of control system



图 9 小型摄像头

Fig. 9 Miniature camera

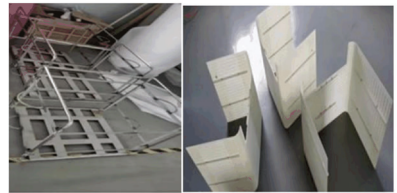


图 11 样机加工

Fig. 11 Prototype processing

喷洗平台整机经过内部安装、整机封装以及外场试验,进一步验证外墙喷洗机远程控制方案的可行性以及水路、气路密闭连接的可靠性,图 12 为喷洗机外场试验图。

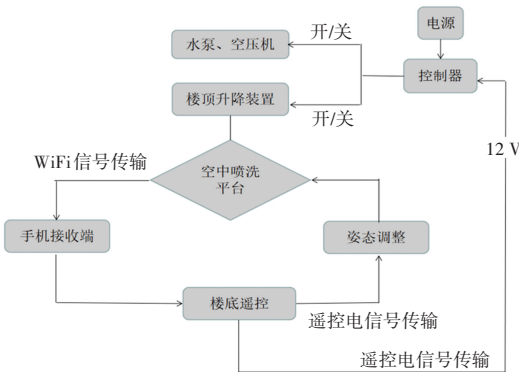


图 10 系统技术路线

Fig. 10 Technical route of the system

4 样机调试与实验

为了进一步验证喷洗机清洁方案的可行性与远程控制系统的可靠性,需要对喷洗样机进行实验验证,首先根据三维模型进行样机外形加工,其次进行样机封装与电路调试,图 11 为喷洗机平台外壳加工。

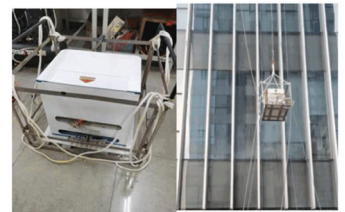


图 12 喷洗机样机与外场试验

Fig. 12 Spray washing machine prototype and field test

(下转第 104 页)