

基于可变轮距的建筑喷涂机器人的应用推广

叶玉婷 刘泓伯 刘舒彤 李雨蒙 刘青昊

吉林工程技术师范学院 吉林长春 130052

【摘要】随着建筑行业的快速发展和自动化技术的不断进步，建筑喷涂机器人在建筑施工中扮演着越来越重要的角色。本文对采用可调整轮距技术的建筑喷涂机器人进行综合研究，分析其设计理念、技术亮点、操作环境以及推广方法。结合国内外研究现状，探讨可变轮距技术在喷涂机器人领域的应用可行性与应用前景，并提出相应的优化策略，旨在加速建筑领域自动化程度的升级。

【关键词】建筑喷涂机器人；可变轮距；自动化施工；技术优化；应用推广

1 研究背景与意义

在建筑行业，喷涂作业是一项重要的施工环节，其质量直接影响到建筑的美观度和耐久性^[1]。传统的喷涂作业主要依赖人工操作，存在劳动强度大、效率低、喷涂质量不稳定等问题^[2]。自动化技术的进步推动了喷涂机器人技术在建筑领域的应用，这显著提升了作业的效率与品质。传统的喷涂机器人常面临的问题是它们调整适应的能力有限。采用可调整轮距的技术，为从事建筑喷漆的机器人带来了创新的应对策略，进而使它们能够更有效地调整以适应多样化的施工环境，从而提升了喷漆过程中的机动性和精确度。在国际领域，诸如挪威ABB与德国KUKA这类公司，已经研发出众多表现卓越的喷涂机械臂。这些机械臂在准确性、生产力以及自主性方面均已达到了显著的高度。在国内场景中，“中国制造2025”战略的持续推进，促进了喷涂机器人自我研发实力的提升。诸如北京航空航天大学、哈尔滨工业大学等高校及研究所在喷涂机器人核心技术方面实现了显著进展，而少有对可变轮距技术在喷涂机器人领域的应用进行探讨的案例。

2 可变轮距建筑喷涂机器人的设计原理

2.1 可变轮距技术概述

可变轮距技术，涉及机器人轮子间距的调整，以便机器人能够适应各种宽度的施工路径和复杂的施工环境。这项技术主要被运用在移动机器人领域，包括但不限于探险机器人、农业机器人等。采用可调节轮距机制的建筑喷涂机器人，能够适应各种宽度不一的墙面和梁柱等施工场合。机器人通过动态调整轮子间距，确保在执行行走与喷涂任务时的稳定性。

2.2 设计原理与结构组成

2.2.1 机器人本体与控制系统设计

执行喷涂任务的主要装置为机器人主体，其构成要素涵盖了底座、可动臂以及调控单元。构建基座使用了坚硬的材料，这种材质赋予了其优秀的支撑力和坚固性，从而保证了机器人在施工作业中能够维持平稳的运作。机械臂通过多关节结构，可以灵活地调整喷涂的角度和距离，从而达到精确喷涂的目的。电气控制与信号处理的核心枢纽是控制箱，它确保机器人精准执行预定程序。控制单元担当着喷涂机器人操作流程中的关键角色，它主要管理机器人的移动、喷涂过程的参数调节以及执行安全保护任务^[3]。可以尖端的PLC控制器为核心构建控制体系，其优势在于迅速的反应能力和精确的控制效果。机器人的移动速度和喷涂参数，由控制系统实时进行调整，以保证喷涂作业的精确性与恒定性。该系统执行此任务的方式，是通过监听传感器传回的信号。同时，此控制系统亦搭载了便于操作人员调节参数与监测状态的人机互动界面^[4]。

2.2.2 喷涂系统设计

喷涂系统的主要职责是将涂料均匀地喷洒在建筑物表面，它是喷涂机器人中一个至关重要的组成部分。可构建的喷涂装置主要由喷射装置、输送管道、分散头以及压力调节模块构成。采用高效率且节能的规划，喷枪能够降低涂料的浪费和减轻对环境的污染。耐磨材质打造的喷涂管，其使用期限较长，且传输效能稳固。涂料的种类及其喷涂的具体需求，将决定喷嘴的精心设计，目的是为了达到良好的喷涂成果。压力调控机制承担着在喷涂作业中调整压力的任务，以保证涂料喷射的均匀性和良好的粘着性。

2.2.3 可变轮距机构设计

可变间距的轮式机构构成了建筑喷涂机器人的关键要素，它使得车轮之间的距离可以轻松地进行变动。该

机构的设计，其轮距可变，利用了电机与机械传动的联合作用，通过操纵电机的速度及方向变换，达成对轮子间距离的迅速转变。机构同时装备了感测器和位置限制器，这样可以实时跟踪轮子间隙的变动，并保障机构的顺畅安全运作。实际运用场合中，通过可调节轮距的机制，能够依据特定施工场合的要求，有效地改变轮间距，从而使机器人可以应对各种不同宽度的工作路径以及复杂多变的施工条件。

3 技术优势与应用场景

3.1 技术优势

3.1.1 提升涂装速度与品质，强化适应性。

采用喷涂技术和高效控制系统的可调整轮距建筑喷漆机器人，能够执行精确的喷漆工序并提升施工的效率。相较于人工刷漆方式，机器喷漆展现出更为一致且精细的涂层，同时杜绝了人工操作时可能出现的遗漏和过量，从而显著提升了涂装的品质。并行地，自动机械装置能够持续且稳固地进行涂料施工作业，显著提升了建筑施工的效率。通过可调节轮距的机制，建筑喷涂机器人获得了调整自身以迎合多样化的施工路线与复杂环境的潜能。各种环境下，包括狭窄的走廊、宽阔的房间以及复杂的梁柱构造，机器人都可调整其轮子间距，确保行走与喷涂过程的稳定性。这种卓越的调整能力让机器人有望在建筑业获得广泛运用。

3.1.2 减轻劳动强度

传统的涂装工作通常依靠人工执行，这导致了高强度的劳动力投入以及操作人员的疲劳强度。采用自动化和智能化施工技术的可调节轮距建筑喷涂机器人，能显著减少操作员的劳动压力。操作人员仅需通过人机交互界面进行参数设置和状态监控，便可实现远程操控和自动化施工。

3.1.3 环保节能

采用先进喷涂技术的可调节轮距建筑涂料机器人，融合了节能环保的设计思想，有效降低了涂料的过量使用和随之产生的环境污染问题。与人工喷涂相比，机器喷涂具有更高的精确度和均匀性，并能有效预防涂料飞溅和滴落，从而降低环境污染的风险。并行地，依靠电能运转的机器人相较于依靠燃油动力的传统设备，在环保和节能方面表现出更高的性能。

3.2 应用场景

3.2.1 高层建筑外墙喷涂

对高层建筑进行外墙喷涂作业需要施工过程既高效又精确，同时保障操作的安全性。具有调节功能的轮式喷涂机器人能够高效处理高层建筑外墙的涂料施工作业。自动

化设备借助内置的导向与障碍物规避机制，能够在外墙结构上平稳移动并执行喷涂任务。机器人所装备的安全和感知技术，能减少在喷涂作业中飞溅和粉尘对工作者与环境的潜在危害，从而提升施工过程的安全性。例如，在某个高层建筑物外墙的涂装作业中，运用了调节轮距功能的建筑喷漆机器人来进行施工作业。自动化设备利用独立的导向机制迅速覆盖楼宇的表外结构，其会依据墙面的尺寸和倾斜度来自动优化喷涂的操作参数以及行进路径。在整个建设阶段，自动化机械保持了其卓越且连贯的涂装表现，确保了涂层的均匀性与一致性。相较于传统的人工涂装方式，作业效率几乎翻倍，同时，喷涂的品质也显著提高。

3.2.2 桥梁与隧道喷涂

对于桥梁与隧道这类结构复杂的建筑而言，实施喷涂作业时机器人的灵活调整与适应能力显得尤为关键。具有调整功能的轮式喷涂机器人能够灵活适应多种曲线和斜率构造，例如桥墩的弯曲横梁、隧道两侧的垂直墙壁等。通过对喷涂参数和移动路径的精准调整，机器人能够达到一致且连贯的喷涂成效。并行地，装备有可调节轮距机构的机器人能够适应不同的施工环境，适时改变轮子间的距离，保障其在繁杂的构造体上保持稳定的行走与喷涂作业。比如，在一个巨型桥梁的涂装作业中，利用具备调节轮距功能的建筑喷漆机器人实施了建设活动。自主行驶与障碍物规避能力使得机器人能够准确抵达作业场所，它利用传感器收集的桥梁形态数据，智能地调节自身轮间距及喷涂设备的工作角度，确保作业的精准性。在整个建设阶段，自动化机械保持了其卓越且连贯的涂料施加表现，确保了涂层的均匀性与持续性。并行地可配备认知感应单元与安全预防机制的机器人，保障了建筑活动中的安全^[3]。相较于传统的人工喷涂方式，喷涂的品质也可实现明显的优化。

3.2.3 工业厂房喷涂

在对大型建筑如工业厂房内部进行喷涂时，往往需要覆盖广泛的区域并且要达到严格的标准。可调节轴距的自动化喷漆设备能够迅速抵达施工场所的每一个角落，依靠对喷漆量和移动路线的精确调节，达到高效且分布均匀的喷漆成效。采用喷涂技术和精准控制机制，机器人确保了喷涂过程的精确性与一致性。并行地，装有安全保护机制和智能感应技术的机器人，它们可以有效地减少在涂装过程中飞溅和喷漆颗粒对作业者及环境可能产生的危害，从而提升施工作业的安全性。比如，在某工业厂房的喷漆作业中，运用了调节轮距功能的建筑喷漆机器人来执行施工任务。自动化设备依赖其内置的导向机制，迅速覆盖工业区内所有区域，同时，它能够智能地根据周围墙壁的尺

寸和倾斜度,自我优化喷涂过程及其移动路径。在建筑操作期间,自动化机械持续展现出高效率与喷涂的稳定性,确保了涂层的均匀性与一致性^[6]。机器人同时配备了智能感知系统和安全防护装置,保障了施工过程的安全性和可靠性。相较于惯例的人工涂装方式,其施工的效率增加了大约达原有的一倍,同时,涂装的品质也实现了明显的增进。施工机器人降低了噪音和粉尘的产生,极大地改善了作业场所的空气质量,确保了操作人员的健康安全。

3.2.4 其他应用场景

除了前面提到的应用环境,其他许多环境也适用于可调节轮距的建筑涂装机器人,例如室内装潢的涂料喷射、雕塑和艺术品的上色等。室内装潢领域中,机器人的运用已展现出其能够精确调控喷涂层的厚薄与均匀性,从而极大提升了装修工作的品质与作业效率。雕塑艺术品的表面处理可通过机器人的精准操作来完成,这些操作依据作品的特定形态与质地特性,以确保艺术效果的极致展现。这种机器人喷涂技术的适用范围不断扩大,不断展现出它在建筑领域中巨大的潜力和实用潜力。

4 应用推广策略

4.1 技术创新优化与培训与服务支持

不断深化研发力度,对具备可调节轮距功能的喷涂机器人核心技术进行革新和完善。例如,通过设计和完善高级控制系统以及改良喷涂设备,可以提升机器人的智能程度和喷涂的精确度;进一步改善可变轮距的机械结构,以增强其平衡性和持久性。构建完善的培训体系以及打造全面的服务支持机制,旨在向用户提供无死角的技术支援与完善的服务保障。为了使得用户能够熟练地操作和保养喷涂机器人,提供了培训班和现场辅导等形式的支援;同时,构建了完善的售后服务体系,以便能够迅速地处理用户在操作过程中可能遭遇的难题和挑战。

4.2 市场调研、需求分析

细致剖析市场的深层需求与用户的直接反馈,精准锁定喷涂机器人技术的目标领域与其具体应用环境。根据各种领域的特定需求,构建定制化的推广计策和产品设计。在高层建筑的外墙施工作业中,将重点推动搭载了独立导向与障碍物规避技术的喷涂机器人;对于工业厂房的喷涂作业,则突出它们在施工效率与不间断作业能力方面的优势。

4.3 合作与示范推广

积极探索与建筑业、科研单位等机构的合作途径,携手

共进,推动喷涂机器人示范应用的普及。借助具体施工场合的实例演示与推广,助力喷涂机器人知名度与行业影响力的同步提升。协同政府部门加强沟通,力求获取政策及资金帮助。

5 结论与展望

本文深度剖析了采用可变轮距技术的建筑喷涂机器人,在设计理念、技术亮点、适用环境和推广方针方面的诸多细节。理论探讨与实际例证结合,揭示了采用可调整轮距的喷涂机器人如何有效地提升施工的效率与品质,同时减少人力成本和安全隐患。该研究的成果在推进建筑喷涂机器人应用普及方面具有重大意义。在未来,随着建筑业的迅猛发展和自动化技术的持续进化,建筑喷涂机器人将遭遇众多挑战与机遇。为了增强喷涂机器人的功能和适用领域,可采纳尖端传感器与算法,推进其智能化水平的进步,增强其独立导航、规避障碍物和作出决策的能力,使其能在更加复杂的作业环境中独立完成任务。通过改进喷涂系统的控制方案和设计,可以提升喷涂的效率,增加涂料的利用率,提高喷涂的速度,从而减少施工的成本,增强工作效率。针对多样化的建筑施工场合,研发多功能喷涂机器人变得至关重要。这些机器人不仅能够执行喷涂任务,还能兼顾打磨和清洗等多重功能,形成一体化机器人系统,从而应对更为丰富的施工场合需求。借助规范化与组件化的构造理念,简化喷涂机器人的生产费用及运维成本,增强其稳定性和维护便捷性。

参考文献:

- [1] 梁智刚. 房建工程中的后浇带施工技术分析[J]. 山西建筑, 2017, 43(25): 108-109.
- [2] 王先月. 基于机器视觉的自动喷涂系统设计[D]. 青岛大学, 2022.
- [3] 胡世双, 马贵根, 兰明阳. 浅谈涂装油漆喷涂机器人质量缺陷控制[J]. 现代涂料与涂装, 2020, 23(12): 67-69+72.
- [4] 王怀. 人机协作型智能喷涂机器人管理平台的设计[D]. 济南大学, 2021.
- [5] 李佩君. 油漆喷涂机器人在核电工业厂房的应用研究[J]. 粘接, 2021, 48(12): 88-92.
- [6] 杨超. 机械装备售后服务的几个问题[J]. 中国棉花加工, 2010, (01): 42.

作者简介:

叶玉婷(2003-)女,汉族,青海海东人,吉林工程技术师范学院学生,研究方向:智能制造。