

# 实测实量机器人自动化测量的应用分析

董克涛

北京建工集团有限责任公司, 北京 100055

**[摘要]** 在当今科技飞速发展的时代, 机器人技术正日益成为各行业的重要支柱之一, 特别是在测量领域, 机器人的应用正在以前所未有的速度和规模扩展。测量机器人作为一种结合了机械制造和大地测量绘图技术的产物, 通过机械制造技术的精密加工和大地测量绘图技术的智能化发展, 测量机器人不仅能够准确地测量各种复杂环境下的数据, 还能够实现自主导航和智能决策, 为建筑工程、地质勘探、环境监测等领域提供了全新的解决方案。文中探讨机械制造技术和大地测量绘图技术在测量机器人中的应用及发展趋势, 为读者呈现测量技术领域的最新进展和未来发展方向。

**[关键词]** 智能建造; 建筑机器人; 实测实量; 创新应用

DOI: 10.33142/sca.v7i6.12566

中图分类号: TP24

文献标识码: A

## Application Analysis of Actual Measurement Robot Automation Measurement

DONG Ketao

Beijing Construction Engineering Group Co., Ltd., Beijing, 100055, China

**Abstract:** In today's era of rapid technological development, robot technology is increasingly becoming one of the important pillars of various industries, especially in the field of measurement. The application of robots is expanding at an unprecedented speed and scale. As a product that combines mechanical manufacturing and geodetic mapping technology, measurement robots can not only accurately measure data in various complex environments, but also achieve autonomous navigation and intelligent decision-making, providing new solutions for construction engineering, geological exploration, environmental monitoring and other fields through the precision processing of mechanical manufacturing technology and the intelligent development of geodetic mapping technology. The article explores the application and development trends of mechanical manufacturing technology and geodetic mapping technology in measurement robots, presenting readers with the latest progress and future development directions in the field of measurement technology.

**Keywords:** intelligent construction; construction robots; actual measured quantity; innovative application

### 引言

在现代社会, 建筑工程、地质勘探、环境监测等领域对于高精度测量数据的需求日益增长, 传统的人工测量方法面临着诸多挑战, 如测量精度不高、效率低下、安全风险大等问题。测量机器人作为一种融合了机械制造和大地测量绘图技术的新兴技术, 不仅提高了测量数据的精确性和可靠性, 还提高了工作效率, 降低了成本, 并且可以在危险环境中进行工作, 保障了工作者的安全。因此, 了解和掌握机械制造技术和大地测量绘图技术在测量机器人中的应用以及未来的发展趋势, 对于推动测量技术的创新和进步, 满足各领域对于高精度测量数据的需求, 具有重要的现实意义和深远的发展价值。

### 1 测量机器人概述

#### 1.1 测量机器人的发展历程

测量机器人起源于 20 世纪 60 年代, 最初的测量机器人主要应用于工业领域, 用于自动化生产线上的测量任务, 旨在提高生产效率和产品质量。随着科技的不断进步, 特别是计算机技术和传感器技术的快速发展, 测量机器人的功能和性能得到了极大的提升。20 世纪 80 年代至 90 年代, 随着机器人技术的不断成熟和普及, 测量机器人逐渐

应用于更广泛的领域, 包括建筑、土木工程、地质勘探等。新的传感器技术的应用使得测量机器人能够实现更高精度、更复杂的测量任务, 成为各行各业提高效率、降低成本的重要工具。进入 21 世纪以来, 随着人工智能、云计算和大数据等新兴技术的兴起, 测量机器人迎来了新的发展机遇。智能化、自主化成为测量机器人发展的重要趋势, 其应用范围和能力不断拓展, 为人类的生产生活带来了更多便利和可能性。

#### 1.2 测量机器人的基本原理

测量机器人的基本原理在于利用激光测距仪、全站仪、相机、惯性测量单元等, 够获取目标物体的位置、形状、尺寸等信息, 能够在不同的环境中进行测量任务, 如建筑物、工厂、野外等。通过传感器获取环境信息, 例如激光扫描获取周围物体的三维点云数据或相机拍摄获取图像信息。然后, 将这些数据传输给控制系统进行分析和处理, 通过算法对数据进行处理、匹配和识别, 最终确定目标物体的位置、形状等属性。最后, 根据测量任务的要求, 采取相应的动作控制机器人的运动, 实现对目标物体的测量和定位<sup>[1]</sup>。测量机器人的基本原理在于将传感器获取的信息与控制系统的指令相结合, 不仅提高了测量的精度和效率, 也降低了人为干预

的可能性，适用于各种复杂环境下的测量任务。

### 1.3 测量机器人的分类与特点

测量机器人根据功能和应用场景的不同，可分为多种类型，每种类型都具有其独特的特点和优势，常见的包括激光扫描测量机器人、视觉测量机器人和无人机测量系统。激光扫描测量机器人利用激光技术进行三维扫描和建模，具有高精度、快速获取大范围数据的优点，适用于复杂环境中的测量任务。视觉测量机器人则通过摄像头和图像处理技术进行目标识别、定位和测量，具有实时性强、适用于各种场景的优势。无人机测量系统则搭载传感器和摄像头，能够实现对大范围区域的测量和监测任务，具有灵活性和高效性。测量机器人的特点包括高精度、高效率、自动化程度高等。其高精度保证了测量结果的准确性，能够满足对精度要求较高的测量任务；高效率则能够快速完成测量任务，提高了工作效率；自动化程度高使得测量机器人能够实现自主或半自主地运行，减少了人为干预和误差，同时也降低了人力成本和风险。总之，测量机器人的不同类型各具特色，但都以提高测量效率、精度和自动化水平为共同目标，为各行各业的测量工作带来了便利和效益。

## 2 测量机器人在住宅主体结构中的应用

### 2.1 住宅主体结构测量的重要性

准确的主体结构测量是确保建筑物符合设计要求和规范标准的基础，它不仅对建筑的整体结构稳定性起到决定性作用，也影响到居民的生活质量和安全。准确的主体结构测量能够确保各个构件的尺寸、位置和角度符合设计要求，保证房屋整体结构的稳固性和安全性，对于抵御自然灾害（如地震、风灾等）的影响，以及长期使用中的变形和老化等问题都至关重要。如果主体结构存在缺陷或不合格，将导致建筑物在使用过程中出现裂缝、倾斜、漏水等问题，不合格的结构还会增加房屋的维护和修复成本，给业主带来不必要的经济负担。总之，住宅主体结构测量的重要性不言而喻，它直接关系到建筑物的质量、安全性和可持续性发展，只有通过准确的测量和评估，才能确保建筑物的结构稳固可靠，为居民提供安全、舒适的居住环境。

### 2.2 传统测量方法存在的问题

传统方法通常依赖于人工测量工具，如尺子、测距仪等，这些工具受到人为因素的影响，容易产生误差，耗时耗力，特别是对于复杂结构或大型建筑，需要投入大量的人力物力，效率低下。人力成本高也是传统测量方法的一大问题，人工测量需要训练有素的专业人员，并且在复杂环境中的作业可能存在一定的安全风险，增加了成本和风险<sup>[2]</sup>。此外，传统方法受到环境限制，例如在高空或狭窄空间的测量任务中，人工测量可能无法胜任，存在一定的安全隐患。

### 2.3 测量机器人在住宅主体结构测量中的优势

测量机器人搭载先进的传感器和测量设备，能够实现

高精度的测量，达到毫米甚至亚毫米级别的精度，远远超出传统人工测量的水平；测量机器人采用自动化控制系统，能够快速、准确地完成测量任务，大大提高了工作效率；测量机器人的自动化程度高，能够实现自主或半自主地运行，减少了人为干预和误差，提高了测量结果的可靠性和稳定性；测量机器人具有较强的适应性，能够在各种复杂环境下进行测量，如狭窄空间或高空作业，具备较强的灵活性和适应性。

### 2.4 测量机器人在住宅主体结构测量的应用案例

一家大型建筑公司引入了自动化测量机器人系统进行建筑结构的实测应用，该机器人系统配备了先进的激光测距仪和摄像头传感器，能够在建筑物表面进行高精度的测量，并通过先进的控制算法和路径规划技术实现自主移动和测量。下面以实测量机器人 UCL360 操作为例说明。首先组装机机器人，设置扫描仪和平板，然后在机器上添加项目信息，导入户型图，设置验收标准，设置需要测量的数据。最后自动测量房间数据，并自动形成数据分析表。



图 1 测量机器人设置

与传统测量内容比较：传统测量方式采用靠尺、塞尺、卷尺、激光红外仪等工具进行测量，测量需要多个人配合完成，测量效率低下，工作量大。测量机器人：测量效率高，测量工艺自动化 2 分钟完成单个房间实测作业，效率较人工提升 5~8 倍；测量精度高，高度成像与图像处理采用虚拟靠尺、角尺技术，测量结果与人工高度一致；测量智能化，数据报表自动统计生成，可在项目现场实时生成可视化数据报表，可输出原位标注图、分户合格率等信息；支持热力图显示指引修补打磨整改。

通过定期的自动化测量，机器人能够实时监测建筑物的变形、裂缝以及其他结构问题，并将这些数据传输至数据处理与分析系统进行进一步的处理和分析，建筑公司可以及时发现并解决潜在的结构问题，确保建筑物的结构安全性和稳定性。机器人系统可以对建筑物的墙体垂直度、地面平整度等参数进行精确测量，建筑公司可以大大提高建筑结构的施工质量和效率，减少人为测量误差和施工周期，从而为客户提供更加优质的建筑产品。

## 3 测量机器人在竣工分户验收中的应用

### 3.1 竣工分户验收的背景与意义

竣工分户验收是指在建筑工程完成后，按照相关法律

法规和标准要求,对建筑工程进行逐户验收的过程。竣工分户验收是确保建筑工程质量的重要环节,通过对建筑工程各个细节的逐项检查,可以发现施工中存在的问题和不合格之处,及时进行整改,保障建筑工程的质量和安全性。竣工分户验收是维护消费者权益的重要手段,建筑工程的质量直接关系到居民的生活质量和安全,竣工分户验收可以确保消费者购买的房屋符合相关标准和规定,保障消费者的合法权益。通过严格的验收程序,可以促进建筑企业加强管理,提高施工质量,推动建筑行业向着规范化、专业化和高品质化的方向发展。通过对建筑工程的逐项验收,监管部门可以及时发现和解决施工中存在的违法违规问题,确保建筑工程符合法律法规和相关标准要求。总的来说,竣工分户验收是建筑工程质量和消费者权益保护的重要环节,对于推动建筑行业的健康发展和提升整体质量水平具有重要意义。

### 3.2 传统竣工分户验收方法的局限性

传统的竣工分户验收程序通常繁琐冗长,需要逐项检查建筑工程的各个细节,耗时耗力,影响验收效率。传统验收中的标准常常不够统一和明确,不同地区、不同单位对于同一问题的认定标准可能存在差异,导致验收结果的主观性较强,容易引发争议。传统方法主要依靠人工进行验收,受到人为因素的影响,容易出现疏漏和错误,验收结果的准确性和可靠性无法得到充分保障。传统方法对于一些隐蔽部位的验收较为困难,可能存在遗漏或忽略的情况,无法全面评估建筑工程的质量和安全性。

### 3.3 测量机器人在竣工分户验收中的作用与优势

测量机器人能够利用搭载的各种传感器和摄像头,对建筑工程的各个细节进行自动化、高精度的测量,包括墙体尺寸、地面平整度、门窗安装位置等。相比传统的人工验收方法,测量机器人能够实现快速、自动化的验收流程,可以在较短的时间内完成对建筑工程各项细节的全面测量,提高验收效率,缩短验收周期。测量机器人的自动化程度高,能够实现自主或半自主地运行,减少了人为干预和误差,提高了验收过程的可靠性和稳定性。测量机器人还具有较强的适应性和灵活性,能够在各种复杂环境中进行工作,如狭窄空间、高处作业等,具备较强的适应性和灵活性,使得测量机器人可以应对各种复杂建筑结构和环境条件,为竣工分户验收提供了更全面、更可靠的解决方案。

### 3.4 测量机器人在竣工分户验收中的应用案例

在某住宅项目分户验收前,面对繁重的分户验收工作量,项目团队对分户验收工作进行了详细的分析对比。分户验收的主要查验内容分为两部分:第一部分必须要人工查验的如门窗质量、护栏质量、室内电气工程质量、裂缝空鼓等;第二部分是标准可依的项目如墙面、地面垂平、面积、方正度等。针对第二部分,其特点是需要耗费大量人工做重复测量和数据记录的工作,项目方通过对比决定引进了“实测实量机器人 UCL360”,可以实现了降本提质

增效的综合效果。实施效果如下:

(1) 测量精度方面:机器人比人工测量精度高,UCL360 测量机器人的测量范围为:墙面平整度、垂直度;阴阳角方正度;门洞口高、宽;房间开间、进深、净高、方正度、面积;地面平整度、水平度极差。可以满足大部分一户一验的测量需求,其测量精度在  $\pm 1.5\text{mm}$  以内,完全符合一户一验的测量精度要求。而传统测量所需用到各类测量工具,因校准和使用习惯问题,很难保持一致的精度。

(2) 测量效率方面:传统测量所需工具多样,测量前需要培训测量员针对每个测量项的测量方法,也需要对工具进行校准,不同的人测量可能会导致测量结果也不一致,通常多人配合需要 20 分钟一间房。而测量机器人属于标准产品,会自动校准,不需要具备专业计算机知识的操作员,简单培训便可上手测量,只要一个人操作,3.5 分钟就可以完成一间房的测量工作,还无需记录誊抄数据。



图 2 人工查验分户验收 VS 机器人查验分户验收

(3) 数据整理方面:用测量机器人进行分户验收,测量数据自动上传,其呈现方式有 3D 房屋模型、整面墙等高线图、数据报表三种方式。根据分户验收定制的一户一表所要求的测量项目进行自动上传匹配,保障了效率的同时也保全了数据的真实性<sup>[4]</sup>。

该项目分户验收总户数 630 户,采用测量机器人验收共计 3 台机器 4 人 7 天完成,相比传统人工测量两组 6 人 30 天左右起到了降本增效的综合效果,而且机器的测量数据更有说服力。

## 4 实测实量机器人自动化测量技术的未来发展

### 4.1 技术发展趋势

随着传感器技术的不断创新和突破,未来的实测实量机器人将会配备更多种类、更高性能的传感器,以实现对环境的更加准确、全面的感知。未来的实测实量机器人将借助人工智能和机器学习等技术,实现对环境的自主感知、决策和行动,从而提高机器人在复杂环境中的适应性和灵活性。随着大数据和云计算技术的不断发展,未来的实测实量机器人将能够快速、准确地处理海量的测量数据,并通过数据挖掘和智能分析等方法,发现数据中的规律和价值,为工程决策提供更多的参考依据。未来的实测实量机器人将采用模块化设计,可以根据具体应用需求和任务要求进行灵活组合和定制,以满足不同行业和领域的需求。

### 4.2 行业应用前景展望

随着城市化进程的加速和建筑行业的发展,实测实量

机器人可以应用于建筑结构的监测、质量控制和维护,提高建筑工程的质量和安全性,降低施工成本和周期。制造业对产品质量的要求日益提高,实测实量机器人可以应用于产品尺寸、形状、表面质量等参数的测量和检测,提高产品的质量稳定性和生产效率,降低生产成本和资源消耗。随着城市化进程的加速和土地资源的有限性,土地测量与地图制作变得愈加重要<sup>[3]</sup>。实测实量机器人可以应用于地形测量、地图制作和土地利用规划等领域,提供高精度、高效率的地理信息数据,为城市规划和土地资源管理提供重要支持。环境监测、资源勘察、农业和林业等领域也将是实测实量机器人技术的重要应用领域。随着科技的发展和社会需求的变化,实测实量机器人将不断拓展其应用领域,为各行各业的发展和进步提供更多的可能性和机遇。

## 5 结语

在实测实量机器人自动化测量技术的发展过程中,从建筑结构、分户验收等实测实量机器人的应用,正在为工程领域的自动化和智能化注入新的活力和动力。随着技术的不断进步和应用场景的不断拓展,实测实量机器人将继续发挥着重要的作用,为人类社会的发展和进步做出积极贡献。在技术方面,需要进一步提高传感器精度、机器人智能性和数据处理能力,以满足不断增长的应用需求和挑

战。在行业应用方面,需要加强技术与市场的深度融合,推动实测实量机器人技术向更广泛的应用场景渗透,为工程领域的创新和发展提供更多的支持和动力<sup>[5]</sup>。作为科技创新的重要驱动力之一,实测实量机器人将继续引领工程领域的智能化和自动化发展,为人类社会的可持续发展作出更大的贡献。

## 【参考文献】

- [1]王勇.物联网和语音识别技术在实测实量系统中的应用研究[D].南京:南京邮电大学,2023.
  - [2]夏侯遐迩,田丰华,李启明.智能建造背景下人机协作安全研究综述[J].东南大学学报(自然科学版),2023,53(6):1053-1064.
  - [3]康毅.抹灰机器人在小户型租赁住房项目中的应用研究[J].建筑施工,2024,46(1):10-13.
  - [4]丁江,崔家旭,左启阳,等.基于无迹卡尔曼滤波算法的喷涂机器人末端位姿补偿系统[J].机械传动,2024,48(1):8-13.
  - [5]许佳琪,陈名煜.基于CLAHE的铝模天花样本图像增强算法研究[J].现代电子技术,2024,47(3):39-42.
- 作者简介:董克涛(1974.8—),男,汉族,毕业学校:北京建筑工程学院,现工作单位:北京建工集团有限责任公司。