

机器人技术在治理地下管网病害中的应用分析

袁 强

中国电建集团重庆工程有限公司, 重庆 400060

[摘要]地下管网作为城市基础设施的重要组成部分,在保障城市正常运行和居民生活的同时,也面临着多种病害的威胁。这些病害包括腐蚀、磨损、裂缝等,可能导致管道失效、环境污染,甚至公共安全风险。为了提高地下管网的健康状况,传统的病害治理方法显得愈发力不从心,亟须引入新的科技手段进行更为精准、高效的管理与维护。

[关键词]机器人技术;地下管网病害;治理

DOI: 10.33142/aem.v6i1.10759

中图分类号: TP242

文献标识码: A

Application Analysis of Robot Technology in Treating Underground Pipeline Network Diseases

YUAN Qiang

PowerChina Chongqing Engineering Corporation Limited, Chongqing, 400060, China

Abstract: As an important component of urban infrastructure, underground pipeline networks face various threats of diseases, including corrosion, wear, cracks, etc., while ensuring the normal operation of cities and the lives of residents. These diseases may lead to pipeline failure, environmental pollution, and even public safety risks. In order to improve the health status of underground pipeline networks, traditional disease control methods have become increasingly inadequate, and there is an urgent need to introduce new technological means for more precise and efficient management and maintenance.

Keywords: robot technology; underground pipeline network diseases; govern

引言

随着城市化进程的不断推进,地下管网的规模和复杂性逐渐增加,病害治理的难度也相应提升。传统的维护方法在效率、成本和环境友好性方面存在一系列限制。因此,研究地下管网病害治理的新方法和新技术,特别是机器人技术的应用,对于提高治理的准确性、降低成本、减少对环境的影响具有重要意义。引入机器人技术,能够在管道内部实现高精度的检测、定位和修复,避免了传统方法中频繁地挖掘和破坏,有望提高治理效率、减少维护成本。

1 地下管网病害概述

1.1 地下管网的定义和分类

地下管网是指埋设在地下的各种管道系统,用于输送和分配水、气、电、热等资源。这些管道构成了现代城市基础设施的关键组成部分,通常包括饮用水供应管网、排水系统、天然气输送管网、电力线缆等。根据用途和传输介质的不同,地下管网可以被分为多个分类:①饮用水供应管网是指用于向居民、企事业单位供应生活饮用水的管道系统。这些管道通常由耐用的材料如钢铁、混凝土或塑料制成,确保水质的安全和稳定供应。②排水系统包括雨水排放管道和污水排放管道。雨水排放管道用于排放雨水,防止城市内涝,通常与道路排水系统相连。污水排放管道则用于排放生活和工业废水,经过处理后安全排放,避免对环境造成污染。③天然气输送管网用于将天然气从生产地点输送到各个用户端。这些管道通常由高强度钢铁或合

金钢制成,能够承受高压和大流量,确保天然气的安全输送。④电力线缆是指输送电力的地下电缆系统,用于将发电厂产生的电力输送到城市各个区域,供应给居民和工业设施使用。这些电缆通常由绝缘材料包裹,以防止电力泄漏和故障。

1.2 地下管网病害的类型与特点

地下管网病害是指地下管道系统在使用过程中因各种因素而出现的损伤、磨损或功能障碍。这些病害涵盖了多个方面,其类型和特点主要包括以下几个方面。①地下管网最常见的病害类型之一是腐蚀。腐蚀主要由于地下环境中的湿度、土壤成分或化学物质与管道材料发生反应,导致管道表面的腐蚀和腐蚀产物的堆积。腐蚀病害具有渐进性,如果不及时处理,可能导致管道的漏水、破裂等问题。②管道的磨损也是一种常见的病害类型。这主要是由于流体在管道内的运输过程中,携带颗粒或其他硬质物质,使管道内壁发生磨损。磨损可能导致管道壁的变薄、表面的光滑度下降,最终影响管道的正常运行。③裂缝是另一种常见的地下管网病害。裂缝可能由于管道材料的老化、外部冲击、地基沉降等因素引起。裂缝病害存在于管道壁中,可能引发漏水、气体泄漏等问题,对管道的结构完整性和安全性构成威胁。④地下管网还容易发生连接处的松动或漏水,这种情况通常与管道连接点的材料疲劳、腐蚀或施工质量不佳有关。这类病害会导致管道系统的运行效率下降,甚至可能引发紧急情况。总体而言,地下管网病

害的特点包括隐蔽性、多样性和渐进性。这些病害通常不容易被直接观察到,需要通过先进的检测技术和及时的维护措施来防范和处理。随着城市基础设施的老化和发展,对地下管网病害的监测与治理变得愈发重要,以确保管道系统的安全、稳定运行。

1.3 地下管网病害的危害与影响

地下管网病害对城市基础设施、环境和公共安全产生的危害与影响是多方面而深远的。第一,病害可能导致管道系统失效,对城市的基础设施正常运行构成直接威胁。管道漏水、爆裂或气体泄漏等问题可能导致供水中断、天然气泄漏、电力中断等,直接影响居民的正常生活和企事业单位的运营。这种基础设施故障不仅给城市带来不便,还可能引发紧急情况,危及公共安全。第二,地下管网病害可能对环境造成负面影响。管道漏水和污水泄漏可能导致土壤和地下水的污染,对周围的生态系统产生长期危害。特别是有毒物质的泄漏可能对地下水资源造成污染,对生态环境和人类健康构成潜在威胁,引发环境保护的紧急关切。第三,地下管网病害可能引发对公共安全的直接威胁。天然气管道的泄漏可能导致爆炸,造成人员伤亡和财产损失。电力线缆的故障可能引发火灾和电力设备损坏,对城市的公共安全造成潜在危险。这些安全隐患不仅需要紧急处理,也需要采取预防性的措施来防范潜在风险。第四,地下管网病害修复的过程本身也可能对城市和居民产生负面影响。传统的修复方法通常需要大面积挖掘地面,可能引发交通阻塞、施工噪音和环境破坏,给城市居民带来不便。这种不便不仅增加了城市的维护成本,还可能引发社会不满情绪^[1]。总之,地下管网病害的危害与影响涉及城市的方方面面,包括基础设施、环境和公共安全。因此,采取及时有效的病害监测、维护和修复措施显得尤为关键。引入先进的技术手段,如机器人技术,可以提高病害的检测和修复效率,减少对城市和环境的负面影响,确保地下管网的可持续发展。

2 地下管网病害治理技术

2.1 传统地下管网病害治理方法

传统地下管网病害治理主要采用了一系列传统的修复和维护方法,这些方法在实践中经受了时间考验,虽然有效,但也存在一些局限性。首先,对于腐蚀性病害,传统方法通常采用防腐层的修复和更换,以及对腐蚀严重部位的切割、焊接等手段。这种方法虽然可以修复已经受损的区域,但对于管道整体的防腐效果有限,而且可能需要大面积地挖掘和覆盖,对周围环境造成较大干扰。其次,针对管道磨损问题,传统方法主要包括对磨损严重区域的修补和更换。这涉及到对受损管道的开挖、清理和重新铺设,虽然可以解决表面问题,但在磨损严重的情况下,可能需要更大规模的管道更替,耗费时间和资源。对于裂缝问题,传统方法包括对裂缝进行焊接、封堵、填充等修复

工作。然而,这些方法可能需要大规模地挖掘,且难以应对裂缝复杂的形状和分布,修复后的管道强度和密封性也不一定能够完全恢复。此外,传统地下管网病害治理方法中,常常需要大面积挖掘地面,这不仅影响交通和城市生活,还可能引发环境污染和社会不满情绪。修复过程中对周围环境的破坏,以及修复周期较长的问题,是传统方法的一大限制。

2.2 先进地下管网病害治理技术

随着科技的发展,先进地下管网病害治理技术不断涌现。其中之一是激光焊接技术,通过激光束将管道病害处的金属材料熔化,实现修复和连接,避免了传统焊接中产生的热影响区,提高了修复效果的精准度和可靠性。另外,无损检测技术,如超声波探测、X射线检测等,能够在不破坏管道的情况下,精确地定位和分析病害,为后续修复提供了准确的数据支持。此外,纳米材料修复技术,如纳米材料封堵剂,能够在微观层面修复管道病害,填充漏洞,提高了修复效果的持久性和稳定性。还有基于机器学习和人工智能的智能预警系统,可以通过大数据分析和预测算法,提前发现管道病害的迹象,实现病害的早期预警和及时处理,降低了病害治理的成本和风险。

3 机器人技术在地下管网病害治理中的应用

3.1 机器人技术在地下管网病害检测中的应用

机器人技术在地下管网病害检测中扮演着关键角色。传统的地下管网病害检测通常依赖于人工巡检,这种方式存在着效率低、准确性差的问题。相比之下,配备传感器和摄像头的机器人能够穿越复杂的管道系统,实时监测管道内壁的状况,成为一种高效且准确的检测手段。机器人可以精确地穿越各种类型的管道,包括曲折和狭窄的通道,监测管道壁面的裂缝、腐蚀、磨损等病害。这些机器人配备了先进的传感器技术,能够测量管道壁面的厚度、粗糙度,检测异物和腐蚀迹象。同时,机器人还搭载了高分辨率摄像头,能够拍摄清晰的管道内部图像,将这些数据实时传输至操作中心^[2]。在操作中心,这些图像和数据会经由计算机视觉技术和机器学习算法进行分析。机器学习算法可以识别图像中的各种病害,如裂缝、腐蚀斑点等,并确定其严重程度。这样的分析过程比传统的人工判断更为准确和高效。此外,机器人还能够记录下病害的精确位置和尺寸,为后续的修复工作提供了重要数据支持。总之,机器人技术在地下管网病害检测中的应用,不仅提高了检测的准确性和效率,还减少了人工巡检带来的安全风险。这种先进技术的采用,为地下管网的维护提供了可靠的解决方案,确保了城市基础设施的安全稳定运行。

3.2 机器人技术在地下管网病害定位中的应用

机器人技术在地下管网病害定位中发挥着关键作用,为精确确定病害位置提供了高度可靠的解决方案。配备激光测距、GPS定位等先进技术的机器人能够在管道内部自

由移动,精确测量管道的位置、深度和坐标。激光测距技术可以高精度地测量机器人与管道壁面的距离,结合GPS定位,确定机器人的具体位置。这些定位数据随后与地图数据进行比对,帮助工程师准确定位病害的位置。机器人在管道内部的移动过程中,同时记录下相应的传感器数据,包括温度、压力、湿度等环境参数。这些数据与定位信息相结合,可以提供病害发生的详细背景,有助于分析病害产生的原因。机器人还能够利用激光技术生成管道内部的三维模型,提供病害的准确位置和周围环境的空间关系,为后续修复工作提供重要参考。这种高精度的定位技术对于地下管网病害的准确定位至关重要。精确的定位数据能够帮助工程师快速制定修复方案,避免不必要的挖掘和损坏,提高了修复工作的精细度和效率。同时,准确定位也有助于评估病害的严重程度,为优化资源分配提供了依据。机器人技术在地下管网病害定位中的应用,不仅提高了管道维护的精确性,还降低了维修过程对周围环境的影响,为城市基础设施的可持续发展提供了有力支持。

3.3 机器人技术在地下管网病害修复中的应用

机器人技术在地下管网病害修复中具有重要作用,为传统的修复方法引入了智能化和自动化的元素,提高了修复的效率和准确性。首先,机器人可以配备各种精密的工具和装置,例如激光焊接设备、纳米材料封堵剂喷射器等。这些工具能够精细地操作,实现对裂缝、腐蚀或漏洞等病害的定点修复。激光焊接技术能够在不开挖地面的情况下,通过激光将管道病害部位的金属材料熔化,实现高精度的焊接,修复裂缝和漏洞。纳米材料封堵剂则能够填充微小的病害,提供持久的修复效果。其次,机器人在修复过程中能够根据实时采集的数据做出智能决策。通过传感器获取的病害信息,机器人可以调整修复工具的使用力度、角度和位置,确保修复操作的准确性和稳定性。此外,机器人还能够对修复后的病害区域进行再次检测,确保修复效果符合标准和要求。另外,机器人技术还允许远程操控,这意味着工程师可以在安全的环境下进行操作,不必直接接触可能危险的现场。这种远程操作提供了更高的安全性,减少了操作人员的风险。最重要的是,机器人修复技术减少了对地面的挖掘和破坏。传统的管道修复通常需要挖掘地面,造成交通阻塞和环境破坏。而机器人修复技术可以直接在管道内部进行修复,不需要大规模地面施工,减少了对周围环境的干扰,节约了时间和资源。

3.4 机器人技术在地下管网病害预防中的应用

机器人技术在地下管网病害预防方面具有广阔的前景。通过机器人的定期巡检,可以提前发现潜在问题,避免病害的扩大和恶化。配备先进传感器的机器人能够实时监测管道周围的环境参数,如温度、湿度、化学物质浓度

等。这些数据的持续收集和分析帮助工程师了解管道所处环境的变化,预测病害可能发生的区域和趋势。基于机器学习的智能预警系统可以通过大数据分析,发现病害的早期迹象,提前预警管道问题,为预防措施的制定提供科学依据。除了环境监测,机器人还可以定期检测管道的结构完整性^[3]。利用激光扫描、超声波探测等高精度传感器,机器人能够识别管道壁面的微小裂缝、腐蚀迹象等,即使在肉眼无法察觉的情况下,也能及早发现病害的迹象。这种及时的发现有助于采取预防性的措施,避免病害的发展。机器人还可以帮助制定定期的管道维护计划。根据机器人巡检的数据和分析结果,工程师可以制定精准的维护计划,包括定期清洁、涂覆防腐层、替换老化部件等。这样的预防性维护措施能够延长管道的使用寿命,减少突发病害的可能性。机器人技术在地下管网病害预防中的应用,不仅提高了管道环境监测的准确性,还为病害的早期预警和及时处理提供了有效手段,有助于提高管道系统的可靠性和安全性。随着技术的不断进步,机器人技术在地下管网病害预防中的应用前景更加广阔,为城市基础设施的可持续发展提供了重要支持。

4 结语

随着城市化进程的加快,地下管网系统的重要性日益凸显。然而,地下管网在建设使用过程中会出现各种病害,给治理工作带来很大难度。本文主要探讨了机器人技术在地下管网病害检测、定位、修复和预防中的应用,并分析了其优势和局限性。通过机器人技术的应用,可以实现对地下管网病害的全面检测、精确定位、高效修复和预防,为保障城市安全和居民生活质量提供了强有力的技术支持。未来,随着技术的不断进步和应用领域的不断拓展,相信机器人技术在地下管网病害治理中将会发挥越来越重要的作用。同时,我们也需要继续研究和探索新的技术手段和方法,不断完善和提升机器人技术在地下管网病害治理中的应用效果。通过各方面的努力,共同推动地下管网病害治理工作的进步和发展。

【参考文献】

- [1]纪晓亮.地下管网的区域性阴极保护方案分析[J].全面腐蚀控制,2023,37(7):98-100.
 - [2]郭兴根,刘帅,赵威.市政地下管网运维大数据预处理技术的研究与应用[J].城市建设理论研究(电子版),2023(28):211-213.
 - [3]杨锐,马丁山,雷文书等.城市地下管网参数化建模关键技术研究及应用[J].城市勘测,2023(5):51-55.
- 作者简介:袁强(1980.6—),男,中国人民解放军后勤工程学院,本科,土木工程专业,中国电建集团重庆工程有限公司,项目经理,副高。