

文章编号:1671-251X(2023)S1-0018-03

煤矿机器人关键共性技术与发展探讨

武俊

(国家能源集团乌海能源有限责任公司, 内蒙古 乌海 016000)

摘要:探讨了煤矿机器人关键共性技术,包括安全防爆技术、高能量密度供电技术、自主定位技术、高性能通信技术、风险感知及评估技术。提出了有效的煤矿机器人发展策略:① 优化系统布局。应对机器人进行多领域适应性设计,系统布局应该考虑人机协同原则。② 落实人机协同。在机器人的设计和使用中,应注重人机交互界面的友好性和操作的便捷性。③ 完善研发体系。应将技术创新与研发理论相结合,将前沿的科技成果应用到机器人的设计和开发中,同时,注重实践应用的反馈机制,关注解决煤矿生产中的难题。

关键词:煤矿机器人; 关键共性技术; 安全防爆; 高能量密度供电; 自主定位

中图分类号:TD67 文献标志码:A

Discussion on key common technologies and development of coal mine robots

WU Jun

(CHN Energy Wuhai Energy Co., Ltd., Wuhai 016000, China)

0 引言

随着第四次工业革命的兴起,智能化成为煤炭产业发展的重要理念。通过智能化的推进,煤矿产业可实现安全、绿色生产,从而确保生产过程的可持续性。煤矿机器人能够提升作业效率,节省人力资源,并改善作业环境,保障人身安全^[1-2]。随着煤炭产业对机器人的需求量不断增加,相应的要求和标准也在不断提高。为了满足这一需求,有必要深入探究煤矿机器人的关键共性技术,确保煤矿机器人在各煤矿企业中的普及和应用,促进煤矿产业经济效益全面提升。

1 煤矿机器人关键共性技术

煤矿机器人能够在恶劣的井下环境中执行各种任务,提高煤矿生产效率,减少对人力资源的依赖。然而,煤矿机器人的研制面临着一系列挑战和问题。可视化远程调控是煤矿机器人研发过程中的一个突出问题,由于井下环境的复杂性和特殊性,要实现煤矿机器人远程操作和监控,需要解决传输延迟、网络稳定性及高清图像传输等技术难题^[3]。此外,煤矿机器人的研发还面临其他诸多因素的影响:① 井下环境恶劣,对机器人的稳定性和可靠性提出了较高要求,机器人需要能够适应高温、高湿、高压等极端

条件^[4]。② 协同控制是一个难点,多个机器人在煤矿进行协同作业需要解决通信协议、任务分配、障碍物避让等问题。③ 煤矿存在复杂多样的感知对象,机器人需要具备辨识和适应不同矿物、气体和地形的能力^[5]。④ 磁场干扰是一个严重的问题,煤矿的强磁场干扰可能会影响机器人的导航和传感器性能。⑤ 煤矿机器人的续航能力需要提升,以保证机器人能够长时间在井下工作^[6]。

1.1 安全防爆技术

由于煤矿环境中存在可燃的瓦斯气体,机器人必须具备防爆性能,以防止发生意外事故。然而,要提高机器人的防爆性能,往往会增加其质量^[7]。一方面,增加防爆性能,通常需要在机器人的结构和外壳中使用更厚实的材料,以抵御爆炸冲击和火焰蔓延。这会导致机器人的整体质量增加,限制了其在复杂作业中的灵活性和敏捷性。特别是在狭小的煤矿空间中,机器人需要具备较小的体积和质量,以便进行高效的移动和操作^[8]。另一方面,提高防爆性能还会对机器人内部散热造成挑战,防爆设计通常包括对机器人内部电子元件和电气系统进行隔离和保护,以防止火花或电弧引发瓦斯爆炸。然而,这些保护措施可能会阻碍机器人内部的热量传递和散热,导致内部温度升高。这可能会影响机器人的稳定性和工作寿命。

收稿日期:2023-07-11;责任编辑:胡娟。

作者简介:武俊(1981—),男,内蒙古乌兰察布人,高级工程师,研究方向为煤矿机器人,E-mail: 10777474@ceic.com。

1.2 高能量密度供电技术

针对井下作业机器人频繁移动和工作范围较大的特点,传统的拖缆供电方式面临着显著的限制^[9]。虽然电池供电在支持大范围移动方面有优势,但井下的特殊环境和严格的安全要求限制了大容量电池的应用。为了满足机器人在井下作业时对高能量密度供电技术的需求,必须将此技术作为研发重点^[10]。

高能量密度供电技术是一种能够在小体积内存储大量能量的技术,能够为机器人提供持久而高效的能源,通过借助新型防爆理念和轻质防爆材料,对蓄电池模块进行创新与优化,以确保在井下恶劣的环境下也能稳定可靠地工作。

在高能量密度供电技术的基础上,建立智能化的管理和监控系统^[11],通过实时监测电池状态、温度和容量等参数,提前预测可能出现的问题,从而最大程度地确保机器人在井下作业期间的安全性和稳定性。这种智能化系统还可以延长电池寿命,减少维护成本,提高动力能效。

1.3 自主定位技术

在煤矿采掘领域,由于巷道交错、半结构化环境及其他限制因素,传统的 GPS 技术在矿井的应用受到了很大限制。因此,需要设计一套创新的自主定位方案,以解决机器人在矿井中定位不精准、感知受限等问题。为了实现可靠的自主定位,在矿井中可以融合多种定位技术。其中,无线定位技术是一种常用的选择,可以通过信号传输和接收的方式提供位置信息。此外,毫米波技术也可用于提高机器人的定位精度,毫米波信号能够在复杂环境中穿透障碍物,提供更准确的位置信息。通过融合这些信息,机器人可以获得更强的自主定位和协同调度能力。

另一个关键技术是构建适用于矿井环境的地图,以提供准确的地形数据。通过采集和分析矿井中的地形数据,可以构建详细的地图,为机器人提供精确的环境信息,使其能够更好地感知周围环境并做出相应的行动。

此外,从能耗的角度出发,还需要考虑机器人的动力学特性和运动机制。合理规划机器人的运动方式,减少不必要的能量消耗,对于延长机器人的使用时间和提高工作效率非常重要。通过优化机器人的运动路径和行为策略,可以降低能耗并提高机器人的整体性能。

1.4 高性能通信技术

井下通信是煤矿生产中的关键技术之一,在确保工作人员的安全、提高生产效率等方面发挥着重要作用。然而,传统的井下通信面临一些挑战,如有

线通信虽然能够准确、及时地传输信息,但却限制了井下移动设备的运作范围。而无线通信则受到巷道分布、走向和井下电磁干扰等因素的影响,导致信号的稳定性和可靠性不足。为了解决这些问题,需要对井下通信体系进行重构和优化。一种解决方案是加大自组网络拓扑的研发力度。自组网络是一种分布式网络,其中各个节点可以自主地建立和维护连接,从而形成一个动态的网络。利用自组网络可以在井下环境中灵活地组建通信节点,适应节点变化快的特点,提高通信的灵活性和可靠性。

利用高性能通信技术也是改进井下通信的重要途径之一。高性能通信技术可以提供更高的传输速率和更低的传输延迟,满足井下大量信息传输的需求。同时,通过高性能通信模块可以有效解决井下各类信号干扰问题,提升通信质量。

此外,群体通信也是井下通信的重点研究内容之一。通过研究机器人群,以高性能通信模块为单位,构建覆盖面积广、信息传输稳定、网络延时低的井下通信体系。群体通信可以实现节点之间的协同工作,提高通信的效率和可靠性。

1.5 风险感知及评估技术

井下环境中的风险感知和评估技术是保障机器人安全工作的重要技术。为了实现风险感知及评估,需要研发具备防爆、除尘和防潮的高精度传感设备。这些传感设备必须在井下恶劣的条件下可靠运行,并能够准确地感知环境中的各种风险因素。智能感知技术在井下环境中也起着关键作用。通过深度智能感知技术,可以有效地收集和分析风险信息数据,使机器人能够对环境中的瓦斯、气压、空气湿度、煤尘等进行全面感知,从而及时发现潜在的风险并采取相应的措施。

此外,引入大数据技术对于构建矿井风险感知及评估体系也是至关重要的。通过收集和分析大量的数据,可以建立起完善的风险衡量指标,将瓦斯、气压、空气湿度、煤尘等因素纳入考量范畴,从而更全面地评估井下环境的风险状况,为机器人的安全工作提供准确依据。为了及时应对潜在的风险,需要建立相应的预警平台。该平台应能够根据传感设备和智能感知技术所提供的数据,及时预警并警示相关人员,在风险事件发生前采取必要措施,最大程度地减少潜在危害。

2 煤矿机器人发展策略

1) 优化系统布局。为了推动煤矿机器人的发展,优化系统布局至关重要。煤矿机器人系统的布局应考虑到矿井的特殊环境和任务需求。首先,需

要对机器人进行多领域适应性设计,使其能够应对不同类型的任务和工作场景。其次,系统布局应该考虑人机协同原则。机器人在煤矿生产中的作用是辅助人员完成一些繁重、危险或重复性的工作。因此,机器人的布局应与人员的工作流程相结合,合理分工,提高工作效率。例如,机器人可以负责矿井巡检、地质勘探、煤矿安全监测等工作,而人员可以专注于更复杂的决策和管理任务。

2) 落实人机协同。人机协同是推动煤矿机器人发展的关键要素之一。在煤矿生产过程中,机器人的引入应该与人员的工作相互配合,形成有效的合作模式。这就需要在机器人的设计和使用中,注重人机交互界面的友好性和操作的便捷性。此外,人机协同还需要通过培训和技术支持来落实。煤矿工作人员需要接受与机器人使用相关的培训,了解机器人的功能、操作方法和安全规范。同时,需要建立健全的技术支持体系,确保机器人在实际应用中的正常运行,并及时解决技术问题和故障。

3) 完善研发体系。煤矿机器人的发展离不开完善的研发体系。首先,需要将技术创新与研发理论相结合,将前沿的科技成果应用到机器人的设计和开发中。其次,研发体系应注重实践应用的反馈机制。在机器人的研发过程中,需要及时收集来自煤矿生产实践的反馈信息,了解机器人在实际应用中的优势和不足之处。这有助于研发团队不断改进机器人的性能和功能,提高其适应煤矿生产的能力。最后,研发体系还应关注解决煤矿生产中的难题。煤矿生产过程中存在许多复杂的问题,如瓦斯爆炸、矿井坍塌等,机器人技术可以在这些问题的解决中发挥重要作用。

通过优化系统布局、落实人机协同和完善研发体系,可以促进煤矿机器人的长足发展,提高煤矿生产的效率 and 安全性,推动技术创新与实践应用的结合,为煤矿行业的可持续发展作出贡献。

3 结语

煤矿机器人的研发与普及应用是一项具有长远意义的任务。通过深入探究多种关键共性技术,加大技术攻关力度,可以推动煤炭产业向智能化和长效化发展,提高生产效率,减少人力投入,降低安全风险,实现可持续发展的目标。

参考文献:

[1] 郭长娜. 煤矿机器人检测检验技术发展趋势及存在的问题[J]. 煤矿安全, 2020, 51(7): 125-127, 131.

[2] 陈杨阳, 霍振龙, 刘智伟, 等. 我国煤矿运输机器人发展趋势及关键技术[J]. 煤炭科学技术, 2020, 48(7): 233-242.

[3] 李红骄, 乔凯. 煤矿巡检机器人关键技术及发展研究——基于 VOSviewer 和 CiteSpace 的知识图谱分析[J]. 科技创新导报, 2021, 18(15): 97-105.

[4] 王雷. 多场景煤矿机器人高精密实时协同指挥调度创新技术研究[J]. 智能矿山, 2022, 3(5): 56-65.

[5] 孙立宁, 许辉, 王振华, 等. 工业机器人智能化应用关键共性技术综述[J]. 振动. 测试与诊断, 2021, 41(2): 211-219, 406.

[6] 田臣, 李斌, 周海丰. 基于 5G 网络的大型煤矿瓦斯管理技术发展趋势[J]. 煤矿安全, 2022, 53(3): 84-90.

[7] 付文俊. 基于负压吸附的井筒施工安监机器人技术研究[J]. 煤矿安全, 2022, 53(8): 112-119.

[8] 毛浩, 薛忠新, 范生军, 等. 张家岭煤矿回风巷道智能巡检机器人系统[J]. 煤矿安全, 2021, 52(7): 107-111.

[9] 白怡明. 西湾露天煤矿 110 t 大型矿山卡车无人驾驶系统关键技术[J]. 露天采矿技术, 2020, 35(1): 29-32.

[10] 肖鹿, 李凯, 王伟, 等. 露天矿山输煤廊道巡检机器人[J]. 露天采矿技术, 2020, 35(6): 69-73.

[11] 徐伟锋, 金向阳, 张丽平. 煤矿掘进机器人视觉位姿感知与控制关键技术[J]. 煤矿机械, 2022, 43(5): 181-184.