

# 露天矿卡车无人驾驶技术的现状与展望

王文廷

国家能源准能集团哈尔乌素露天煤矿 内蒙古 鄂尔多斯 010300

**摘要:** 露天矿卡车无人驾驶技术正快速发展,国外已实现商业化应用,国内则处于初步应用阶段。关键技术包括感知与识别、定位与导航、决策与控制、通讯与调度等方面,对提升采矿效率和安全性具有重要作用。展望未来,无人驾驶技术将在露天矿卡车领域全面普及,推动矿业生产智能化、自动化水平提升,大幅提高矿业生产安全与效率,实现绿色、可持续发展。这将为矿业产业带来革命性的变革。

**关键词:** 露天矿卡车;无人驾驶技术;现状;展望

引言:随着科技的不断进步,露天矿卡车无人驾驶技术已成为矿业领域的热点话题。目前,这一技术在提高矿业生产安全性、效率和经济效益方面显示出巨大潜力。国内外企业纷纷投入研发,推动无人驾驶技术在露天矿卡车领域的应用。展望未来,无人驾驶技术将进一步普及和优化,引领矿业行业迈向更加智能化、自动化的新时代。这不仅将改善矿工的工作环境,也将推动矿业产业向绿色、可持续发展的方向发展。

## 1 露天矿卡车无人驾驶技术的现状分析

### 1.1 国外露天矿卡车无人驾驶技术的发展现状

(1) 技术应用案例与效果。近年来,国外在露天矿卡车无人驾驶技术方面取得了显著进展。一些矿业巨头和科技公司合作,成功将无人驾驶技术应用于露天矿卡车,并取得了显著的效果。例如,卡特彼勒、小松、科尼集团等国际知名企业已经推出了多款无人驾驶矿用卡车,并在全球范围内进行了实际应用。这些无人驾驶矿用卡车能够自主完成装载、运输和卸载等任务,大幅提高了采矿效率,减少了人工干预,降低了事故发生率。

(2) 技术发展的成熟度与商业化水平。国外露天矿卡车无人驾驶技术的发展已经相对成熟,并实现了商业化应用。这些无人驾驶矿用卡车已经具备了较高的自主导航、感知环境、决策行驶等能力,并能够在复杂的露天矿环境中稳定运行。同时,随着技术的不断发展和完善,无人驾驶矿用卡车的性能和可靠性也在不断提高,使得其在采矿行业中的应用越来越广泛。(3) 技术发展的经验与启示。国外露天矿卡车无人驾驶技术的发展经验表明,技术创新是推动矿业行业转型升级的关键。通过引入无人驾驶技术,可以大幅提高采矿效率、降低生产成本、提高安全性。同时,这也需要政府、企业、研究机构等各方面的密切合作,共同推动相关技术的发展和应用。此外,国外还注重技术标准和法规的制定,以

确保无人驾驶矿用卡车的安全和合规性。

### 1.2 国内露天矿卡车无人驾驶技术的发展现状

(1) 技术研发与应用进展。在国内,露天矿卡车无人驾驶技术的研发和应用也在加速推进。一些矿业企业和科研机构开始着手研究相关技术,并进行了初步的试验和应用。一些国内知名矿企已经开始引入无人驾驶矿用卡车,并在实际生产中进行了测试和应用。这些无人驾驶矿用卡车能够实现自主导航、自动避障、智能调度等功能,提高了采矿效率和安全性。(2) 面临的挑战与困难。国内露天矿卡车无人驾驶技术的发展仍面临一些挑战和困难。首先,技术成熟度相对较低,需要进一步加强技术研发和测试。其次,相关法规和标准尚不完善,需要政府和企业共同推动制定和完善。此外,还需要解决露天矿复杂环境下的感知和定位等问题,以确保无人驾驶矿用卡车的稳定运行。(3) 政策支持与产业发展趋势。为了推动国内露天矿卡车无人驾驶技术的发展,政府出台了一系列相关政策。例如,支持企业进行技术创新和产品研发;推动矿业行业的数字化转型和智能化升级;加强与国际先进企业的合作和交流等。这些政策的出台将为国内露天矿卡车无人驾驶技术的发展提供有力支持。同时,随着技术的不断发展和完善,国内露天矿卡车无人驾驶技术也将逐步实现商业化应用,并推动矿业行业的转型升级。

### 1.3 国内外技术发展的比较与差距

(1) 技术水平的比较。在技术水平方面,国内与国外的差距仍然存在但逐渐缩小。国外在传感器融合、定位精度、路径规划等方面具有较高水平的技术优势。然而,国内企业也在积极追赶并努力突破核心技术,已经取得了一些重要的研发成果。(2) 商业化程度的比较。在商业化程度方面,国外已经实现了较为成熟的商业化应用,而国内尚处于初步应用阶段。这主要源于国外技

术发展的较早以及较为完善的产业链和政策环境。(3) 政策环境与市场需求的比较。在政策环境方面,国内外均对无人驾驶技术给予了高度重视,并出台了一系列支持政策。然而,在具体实施和落地方面,国内可能还需要进一步完善相关法规和标准体系。在市场需求方面,随着矿业行业的转型升级和智能化发展需求的提升,国内外对露天矿卡车无人驾驶技术的需求都在不断增加。

## 2 露天矿卡车无人驾驶技术的关键技术分析

### 2.1 感知与识别技术

在露天矿卡车无人驾驶技术中,感知与识别技术是实现车辆自动驾驶的第一步。这一技术的核心在于利用各种传感器收集环境信息,并通过数据处理和分析,实现环境感知与障碍物识别。(1) 雷达、激光雷达等传感技术的应用。雷达和激光雷达是露天矿卡车无人驾驶技术中最常用的感知传感器。雷达通过发射电磁波并接收反射信号,实现对周围环境中物体的探测,特别适用于在视线受阻或恶劣天气条件下工作。而激光雷达则通过发射激光束并接收反射信号,实现对环境中物体的三维扫描和建模,为车辆提供更为准确的环境感知能力<sup>[1]</sup>。

(2) 环境感知与障碍物识别的能力。感知与识别技术的关键在于通过传感器收集到的数据,构建出一个虚拟的环境模型。这个模型能够实时反映车辆周围的环境状况,包括道路情况、障碍物位置、车辆间距等信息。在此基础上,系统能够通过算法实现对障碍物的识别,并判断其与车辆之间的相对位置和关系。这对于保障露天矿卡车无人驾驶的安全性和可靠性至关重要。

### 2.2 定位与导航技术

定位与导航技术是露天矿卡车无人驾驶技术的核心之一,它关系到车辆能否准确地知道自己的位置并找到正确的行驶路线。(1) GPS、惯性导航等定位技术的融合应用。在露天矿卡车无人驾驶技术中,通常采用GPS和惯性导航等定位技术相结合的方式来实现高精度定位。GPS能够提供全球范围内的位置信息,但其精度受到信号接收条件的影响。而惯性导航则依靠车辆自身的传感器来推算位置,具有较高的自主性和独立性。通过两种技术的融合应用,可以在不同环境下实现高精度、高可靠性的定位。(2) 矿区内高精度地图的构建与利用。高精度地图是露天矿卡车无人驾驶系统中不可或缺的一部分。它包含了矿区的详细地形地貌、道路结构、障碍物位置等信息,为车辆提供精确的导航和定位支持。在构建高精度地图时,通常需要采用激光雷达等传感器对矿区进行扫描和建模,然后通过数据处理和分析得到地图数据。在实际应用中,车辆可以通过与高精度地图的匹

配来确定自己的位置和方向,并根据地图上的信息规划出最优的行驶路径<sup>[2]</sup>。

### 2.3 决策与控制技术

决策与控制技术是露天矿卡车无人驾驶技术中的另一个关键部分。它负责根据感知到的环境和障碍物信息,以及导航和定位信息,对车辆的行为进行决策和控制。(1) 行为决策与路径规划。行为决策是露天矿卡车无人驾驶系统中最为复杂的部分之一。它需要根据感知到的环境和障碍物信息,以及车辆的当前状态和目标位置,综合考虑多种因素(如道路状况、行驶速度、运输效率等),来决策车辆应该采取的行为。而路径规划则是在确定了车辆的行为后,为其规划出一条从当前位置到目标位置的最优路径。在露天矿卡车无人驾驶技术中,路径规划需要考虑到矿区的特殊环境和复杂地形,确保车辆能够顺利、安全地到达目的地。(2) 车辆自主行驶与协同作业能力。露天矿卡车无人驾驶技术还需要具备车辆自主行驶和协同作业的能力。自主行驶能力是指车辆在无需人工干预的情况下,能够自主地完成行驶任务。而协同作业能力则是指多辆无人驾驶卡车能够相互配合、协同工作,以提高整个运输系统的效率和安全性。通过实现这些能力,可以进一步提高露天矿卡车无人驾驶技术的实用性和适应性。

### 2.4 通讯与调度技术

通讯与调度技术是露天矿卡车无人驾驶系统中的重要组成部分。它负责实现车辆与调度中心、车辆与车辆之间的实时通讯和协同作业。(1) 车联网技术的应用。车联网技术通过为车辆配备无线通信设备,实现车辆与调度中心、车辆与车辆之间的实时通讯。这使得调度中心能够实时掌握车辆的位置、状态等信息,并及时向车辆发送调度指令和路况信息。同时,车辆之间也可以通过车联网技术进行相互通信和协同作业<sup>[3]</sup>。(2) 车辆与调度中心的实时通讯与协同作业。在露天矿卡车无人驾驶技术中,车辆与调度中心的实时通讯和协同作业至关重要。调度中心可以根据车辆的实时位置、状态等信息,对其进行远程监控和调度管理。当遇到突发情况或需要调整运输计划时,调度中心可以及时向车辆发送指令和信息,指导其采取相应的措施。

## 3 露天矿卡车无人驾驶技术的发展趋势与展望

### 3.1 技术发展趋势

(1) 感知与识别技术的进一步提升。感知与识别技术是无人驾驶技术的核心之一,其性能直接影响到无人驾驶系统的安全性和可靠性。未来,随着传感器技术的不断发展和完善,感知与识别技术将得到进一步提升。

这包括更高精度的雷达、激光雷达等传感器的应用,以及更先进的图像处理和深度学习算法的引入。这些技术的发展将使得无人驾驶矿用卡车能够更好地识别环境中的各种障碍物和路况,从而提高系统的安全性和可靠性。(2)定位与导航技术的精度提升与功能拓展。定位与导航技术是无人驾驶技术的另一个重要方面。未来,随着卫星导航系统和惯性导航系统等技术的不断发展,定位与导航技术的精度将得到进一步提升。同时,随着高精度地图的构建和应用的不断完善,无人驾驶矿用卡车将能够实现更精确的定位和导航。此外,未来的定位与导航技术还将具备更多的功能,如三维建模、地形适应等,以满足矿业生产的各种复杂需求。(3)决策与控制技术的智能化与自主化。决策与控制技术是无人驾驶技术的关键所在。未来,随着人工智能和机器学习技术的不断应用,决策与控制技术将向智能化和自主化的方向发展。通过深度学习和神经网络等技术,无人驾驶矿用卡车将能够更准确地理解环境信息,更智能地做出决策,并更自主地控制车辆行驶。这将使得无人驾驶矿用卡车能够更好地适应各种复杂的矿业生产环境,提高运输效率和安全性。(4)通讯与调度技术的网络化与协同化。通讯与调度技术是无人驾驶系统中实现车辆与调度中心、车辆与车辆之间实时通讯和协同作业的关键。未来,随着车联网技术和5G等通信技术的不断发展,通讯与调度技术将向网络化和协同化的方向发展。通过网络化的通讯方式,车辆与调度中心、车辆与车辆之间将能够实现更高效的信息传输和共享。同时,通过协同化的调度方式,多辆无人驾驶矿用卡车将能够相互配合、协同工作,实现更高效的运输作业。

### 3.2 未来展望

(1)无人驾驶技术在露天矿卡车领域的全面普及。随着技术的不断成熟和成本的降低,无人驾驶技术将在露天矿卡车领域得到全面普及。未来的露天矿卡车将普遍采用无人驾驶技术,实现自动化、智能化的运输作

业。这将极大地提高矿业生产的效率和质量,降低人力成本和安全风险。(2)矿业生产的智能化、自动化水平的提升。无人驾驶技术的应用将推动矿业生产的智能化、自动化水平不断提升。未来的矿业生产将更多地依赖于自动化设备和智能化系统,实现对整个生产过程的全面监控和智能控制。这将有助于提高生产效率、降低生产成本、优化资源配置和提高产品质量。(3)矿业生产安全与效率的大幅提高。无人驾驶技术的应用将使得矿业生产的安全性和效率得到大幅提升。无人驾驶矿用卡车将能够自主避障、自动行驶,避免人为操作带来的安全隐患。同时,通过智能化的调度和管理,无人驾驶矿用卡车将能够实现更高效的运输作业,提高矿山的开采效率和产量。(4)矿业产业的绿色、可持续发展。无人驾驶技术的应用将有助于实现矿业产业的绿色、可持续发展。通过智能化、自动化的生产方式,可以降低对环境的破坏和污染,减少资源浪费和能源消耗。同时,无人驾驶技术的应用还可以提高矿山的开采效率和产量,为矿业产业的可持续发展提供有力支持。

### 结束语

露天矿卡车无人驾驶技术的现状与展望,展现了矿业行业迈向智能化、自动化的新纪元。这项技术不仅提升了采矿效率,更确保了作业安全,预示着矿业产业的新篇章。展望未来,无人驾驶技术将持续优化和创新,为矿业生产带来更广阔的可能。它将是矿业产业绿色、可持续发展的关键驱动力,开启矿业发展的新纪元。

### 参考文献

- [1]王忠鑫,辛凤阳,陈洪亮,等.我国露天矿智能运输技术现状及发展趋势[J].工矿自动化,2022,48(6):15-16.
- [2]赵浩,毛开江,曲业明.我国露天煤矿无人驾驶及新能源卡车发展现状与关键技术[J].中国煤炭,2021,47(4):45-56.
- [3]牟均发.露天矿山宽体自卸车无人运输应用探索[J].重型汽车,2020(6):44-45.