

露天煤矿智能运输技术现状及发展趋势

杨先保

国能准能集团哈尔乌素露天煤矿运输队 内蒙古 鄂尔多斯 010300

摘要: 随着科技的飞速发展,露天煤矿智能运输技术取得了显著进步。目前,无人驾驶卡车和带式输送机智能运输系统已成为主流,通过环境感知、定位导航等技术,实现了高效、安全的运输作业。未来,露天煤矿智能运输技术将朝着连续化、无人化、低碳化、高效协同和本质安全的方向发展,不断提升运输效率,降低能耗和排放,为煤矿产业的可持续发展提供有力支撑。

关键词: 露天煤矿;智能运输技术现状;发展趋势

引言: 随着信息技术的迅猛发展和智能化应用的不断拓宽,露天煤矿智能运输技术正迎来前所未有的发展机遇。当前,无人驾驶卡车、带式输送机等智能运输装备的应用已日趋成熟,显著提升了煤矿运输的效率和安全性。展望未来,露天煤矿智能运输技术将不断融入大数据、云计算、人工智能等前沿技术,推动运输系统向着更加智能、高效、绿色的方向发展,为煤矿产业的转型升级注入新动力。

1 露天煤矿智能运输技术现状

1.1 无人驾驶卡车运输技术

无人驾驶卡车运输技术是露天煤矿智能运输的重要组成部分,它借助先进的环境感知、定位导航和决策控制技术,实现了运输车辆的自动驾驶和远程监控。(1)在矿山复杂路况的环境感知技术发展方面,无人驾驶卡车通过多传感器融合的方式,如毫米波雷达、激光雷达、高清摄像头等,实现了对周围环境的三维重建和精确感知。这些传感器能够实时获取道路信息、障碍物信息以及交通信号等,为无人驾驶卡车的导航和决策提供了有力的支持。(2)在无人驾驶卡车线控改造技术应用现状方面,目前许多露天煤矿已经对传统的运输卡车进行了线控改造,使其具备了无人驾驶的能力。这些改造主要涉及到车辆控制系统的升级和通信网络的搭建,通过精确控制车辆的油门、刹车、转向等动作,实现了车辆的自主行驶。(3)多目标智能调度技术的实现与实践也是无人驾驶卡车运输技术的关键之一。通过智能调度系统,可以实时监测矿山的运输需求和车辆状态,对车辆进行智能分配和调度,从而优化运输路径、提高运输效率。(4)有人-无人混编设备群智能协同技术是当前无人驾驶卡车运输技术的研究热点。这种技术通过将无人驾驶卡车与有人驾驶卡车进行混编运行,实现了设备之间的协同作业和智能配合。这不仅可以提高运输效率,

还可以降低人工驾驶的风险和成本^[1]。

1.2 带式输送机智能运输技术

带式输送机是露天煤矿中一种重要的连续运输设备,其智能化水平直接影响到整个运输系统的效率和安全性。近年来,带式输送机智能运输技术取得了显著的进展。(1)在工作面带式输送机自主横移技术的研发进展方面,通过引入智能控制和传感器技术,实现了带式输送机的自主横移和精准定位。这不仅提高了设备的灵活性和适应性,还降低了人工操作的难度和风险。(2)自移式大倾角带式输送机运输技术的应用案例也逐步增多。这种输送机通过特殊的设计和驱动方式,能够在在大倾角的工作面上稳定运行,大大提高了运输能力和效率。同时,其智能化控制系统还能实时监测设备的运行状态,确保运输过程的安全可靠。(3)带式输送机运行控制、状态在线检测与智能巡检技术也取得了重要的突破。通过引入物联网、大数据等先进技术,实现了对带式输送机运行状态的实时监测和数据分析。这不仅有助于及时发现和解决设备的故障问题,还能为设备的维护和管理提供有力的支持^[2]。(4)带式输送机无人化维护技术的发展趋势也日益明显。通过引入机器人、无人机等智能设备,实现对带式输送机的自动化巡检和维护,降低了人工维护的成本和风险,提高了设备的可靠性和使用寿命。

2 智能运输技术中的关键传感与感知技术

2.1 毫米波雷达技术在露天煤矿中的应用

毫米波雷达技术以其高穿透力、高精度、抗干扰能力强的特点,在露天煤矿智能运输中发挥着重要作用。它能够通过发射和接收毫米波信号,实现对周围环境的探测和识别,为无人驾驶卡车和带式输送机的安全运输提供有力的支持。首先,毫米波雷达的环境感知优势在于其能够穿透烟雾、尘埃等恶劣环境,实现对目标物体

的有效探测。在露天煤矿中,由于作业环境复杂,粉尘和烟雾较多,传统的光学传感器往往难以正常工作。而毫米波雷达则能够克服这些限制,提供稳定可靠的感知数据。然而,毫米波雷达技术也存在一定的局限性。例如,它对金属物体的反射较强,但对非金属物体的探测能力相对较弱。此外,毫米波雷达的探测范围和分辨率受到天气条件和发射功率等因素的影响,可能需要在特定的场景下进行优化和调整。为了提高露天煤矿智能运输的感知精度和可靠性,毫米波雷达技术常常与其他传感技术进行融合应用。例如,通过与高清摄像头、激光雷达等设备的协同工作,可以实现多源信息的互补和融合,进一步提高对周围环境的感知能力。

2.2 红外传感器与超声波雷达的应用与限制

红外传感器和超声波雷达在露天煤矿智能运输中同样发挥着重要作用。红外传感器利用红外辐射的特性进行探测,而超声波雷达则通过发射和接收超声波信号来实现测距和定位。红外传感器在夜间及恶劣天气条件下具有显著的优势。由于红外辐射不受光线条件的影响,红外传感器能够在黑暗或光线较弱的环境中正常工作。因此,在露天煤矿中,红外传感器可以用于实现对目标物体的夜间监控和识别。然而,红外传感器也存在一定的限制。例如,它容易受到热源和温度的影响,导致探测结果出现误差。此外,红外传感器的探测距离和分辨率也相对较低,可能无法满足某些高精度应用的需求。超声波雷达在露天煤矿智能运输中主要用于测距和定位。它通过发射超声波信号并测量其反射回来的时间,可以精确计算目标与传感器之间的距离。这种特性使得超声波雷达在障碍物检测和车辆定位等方面具有重要应用价值。然而,超声波雷达的测距精度受到多种因素的影响,如声波传播速度的变化、多径效应等。这可能导致测距结果出现误差,甚至产生误判。为了提高超声波雷达的测距精度和稳定性,可以采用先进的信号处理算法和校准方法。

2.3 4D光场智能感知系统的研究进展与挑战

近年来,4D光场智能感知系统作为一种新兴的技术,在露天煤矿智能运输领域引起了广泛关注。与传统的2D和3D感知技术相比,4D光场智能感知系统能够实现对目标物体在时间维度和深度维度的全方位感知。2D及3D信息一体化获取的技术优势在于,它不仅能够提供目标物体的形状和位置信息,还能够获取其运动轨迹和速度等动态信息。这使得4D光场智能感知系统在露天煤矿智能运输中具有更高的感知精度和实时性。然而,4D光场智能感知系统在露天煤矿环境中的应用也面临

着一些挑战。首先,露天煤矿的作业环境复杂多变,光照条件、粉尘浓度等因素都可能影响光场的采集和处理效果。其次,由于露天煤矿中车辆和设备的运动速度较快,对感知系统的实时性和稳定性提出了更高的要求。此外,4D光场数据的处理和分析也需要大量的计算资源和算法支持,这对系统的性能和成本都带来了挑战。针对这些挑战,未来的研究可以关注以下几个方面:一是优化光场采集和处理算法,提高系统的感知精度和稳定性;二是研究多源信息融合技术,将4D光场感知与其他传感技术相结合,实现更全面的环境感知;三是发展轻量级算法和高效数据处理方法,降低系统对计算资源的需求和成本。

3 露天煤矿智能运输技术的发展趋势

3.1 连续化运输模式的探索与实践

连续化运输模式是露天煤矿提高效率、降低成本的关键一环。该模式强调从开采到运输的无缝衔接,减少中转环节,以最大限度地提升运输效率。其核心技术涉及高效的输送设备、精准的控制系统以及稳定的通信技术,三者协同工作,共同保障煤炭的连续、高效输送。带式输送机作为连续化运输的主力设备,其性能与自动化水平的提升成为技术进步的焦点。现代带式输送机拥有更强的输送能力、更高的可靠性,能在复杂多变的露天环境中稳定运行。然而,实现整个运输系统的连续化运行并非易事。设备的协同控制、故障预警与快速修复等问题仍需深入探讨和解决。为了进一步优化运输效率与成本,一方面,我们可以通过研发更先进的输送设备,提高其智能化水平,减少故障发生率,增强运行稳定性。另一方面,合理的运输路径规划、科学的调度策略以及减少空驶率等措施也至关重要。这些都能有效降低运输成本,提高整体经济效益^[1]。此外,大数据分析、云计算等先进技术的应用也为连续化运输模式的优化提供了有力支持。通过对运输过程的数据进行实时采集和分析,我们可以更加精准地掌握运输状态,及时发现并解决潜在问题,从而进一步提升运输效率。

3.2 无人化运输技术的深化应用与拓展

无人化运输技术作为露天煤矿智能运输的先锋,正以前所未有的速度改变着煤炭产业的运输格局。无人驾驶卡车作为这一技术浪潮中的璀璨明星,以其卓越的自主行驶和智能避障能力,正在逐步替代传统的有人驾驶模式,极大地提升了运输的安全性与效率。随着高精度定位、环境感知和自主导航等核心技术的不断进步,无人驾驶卡车在露天煤矿运输中的应用将愈发成熟和广泛。它们能够独立完成装载、运输、卸载等一系列复杂

操作,无需人工干预,极大地减轻了劳动力负担,同时降低了人为因素造成的安全风险。除了无人驾驶卡车,有人-无人混编设备群的智能协同也是无人化运输技术的重要发展方向。通过将有人驾驶设备和无人驾驶设备有效融合,实现设备之间的协同作业,可以进一步提升运输效率,同时确保在紧急情况下有人员能够及时干预,保障运输的顺利进行。实现有人-无人混编设备群的智能协同,需要解决设备间的信息共享和通信问题。通过建立统一的通信协议和数据交换标准,可以确保各种设备能够实时、准确地传递信息和数据,从而实现协同作业和优化调度。

3.3 低碳化与高效协同发展的路径选择

在全球环境保护意识日益增强的今天,露天煤矿智能运输技术的低碳化与高效协同发展显得尤为重要。这不仅关乎行业的可持续发展,更是对全球环境责任的积极回应。实现低碳化的关键在于低碳技术在智能运输中的广泛应用。电动卡车以其零排放、低噪音的特性,正在逐步改变传统的运输格局。新能源技术如风能、太阳能等也在逐步融入露天煤矿的运输体系,从源头上减少了碳排放,为行业的绿色发展提供了动力。同时,优化运输路径和调度策略也是实现低碳化的重要手段。通过对运输数据的深入分析,我们可以发现运输过程中的无效运输和空驶现象,进而通过优化路径和调度来降低这些现象的发生,从而减少能耗和碳排放。此外,构建高效协同的运输系统也是实现低碳化发展的关键。该系统通过整合各类运输资源,实现资源的优化配置和高效利用。它利用先进的信息技术,将各类运输设备连接成一个有机的整体,实现信息的实时共享和协同作业,从而提高整体运输效率,降低运输成本,减少碳排放。

3.4 本质安全与风险防控的技术保障

安全是露天煤矿智能运输技术的核心要素。为了实现本质安全和风险防控,需要建立完善的安全管理体系和技术保障措施。(1)露天煤矿智能运输的安全管理体系建设是关键。这包括制定详细的安全管理制度、操作规程和应急预案,建立安全监测和预警系统,以及定期

进行安全培训和演练等。通过这些措施,可以确保运输过程中的安全可控。(2)风险预警与应急处理技术的创新与提升也是实现本质安全的重要手段。通过引入先进的传感器技术、大数据分析技术以及人工智能技术等,可以实现对运输过程中潜在风险的实时监测和预警,并及时采取相应的应对措施,确保运输过程的安全与稳定。具体来说,风险预警系统可以实时监测运输设备的运行状态、周围环境的变化以及人员的操作行为等,一旦发现异常情况,系统可以立即发出预警信号,提醒相关人员进行处理。同时,应急处理技术也是必不可少的。通过开发智能化的应急处理系统,可以快速响应突发事件,自动或半自动地采取紧急制动、避障等措施,最大程度地减少事故损失。(3)为了进一步提升露天煤矿智能运输技术的本质安全性,还需要加强与其他先进技术的融合应用。例如,可以利用物联网技术实现设备之间的互联互通,提高信息的共享和协同能力;通过引入区块链技术,可以确保运输过程中的数据安全和可信度;而人工智能技术的应用则可以进一步优化运输策略,提高运输效率和安全性。

结束语

综上所述,露天煤矿智能运输技术正步入一个崭新的发展阶段,无人化、高效化、低碳化和本质安全化已成为技术革新的重要方向。展望未来,随着更多先进技术的融合应用,露天煤矿智能运输技术将迎来更加广阔的发展空间。我们有理由相信,在科技创新的引领下,露天煤矿运输将实现更加智能、高效和安全的运行,为煤炭产业的可持续发展注入新的活力。

参考文献

- [1]赵仁渔,朱波,张小松.智能带式输送机巡检机器人的研究与应用[J].中国煤炭,2020,46(10):40-43.
- [2]王新宇.带式输送机智能巡检机器人的研究设计[J].现代信息科技,2020,4(16):149-151.
- [3]王忠鑫,徐汉宝,王金金.我国露天煤矿智能化建设相关标准及研究现状[J].露天采矿技术,2021,36(6):21-22.