

# Research on Unmanned Driving Technology for Open-pit Mine Transportation

Pengkai Lian

Beijing Tage Zhixing Technology Co., Ltd., Beijing, 100088, China

## Abstract

In order to make the driverless technology play a maximum role in the open-pit mine transportation, this paper focuses on the analysis of the relevant technical standards and technical application ideas, and summarizes the relevant technical points based on a comprehensive understanding of the driverless system, aiming to provide reference for giving full play to the advantages of the driverless technology.

## Keywords

open-pit mines; unmanned driving technology; application practice

## 露天矿山运输无人驾驶技术相关研究

连鹏凯

北京踏歌智行科技有限公司, 中国·北京 100088

## 摘要

为了让无人驾驶技术在露天矿山运输中发挥出最大效用, 论文重点分析相关的技术标准和技术运用思路, 在全面了解无人驾驶系统的基础上, 概述相关的技术要点, 旨在为充分发挥无人驾驶技术优势提供借鉴。

## 关键词

露天矿山; 无人驾驶技术; 应用实践

## 1 引言

露天矿山运输无人驾驶技术涉及多个领域以及学科知识, 其在一定程度上保证了工作实效和安全, 对于提高运输效率具有较大帮助<sup>[1]</sup>。露天矿山作业的环境较为闭塞, 借助无人驾驶技术可以在短时间内完成操作, 还能保护工作人员的生命安全, 提升了作业效率及质量, 具有一定的推广价值。

## 2 露天矿山运输无人驾驶系统

矿山运输无人驾驶系统中涉及两种作业方式: 一种是正常作业方式, 也就是在未出现任何故障时提供的完整服务, 这种作业方式可以满足露天矿山运输工作需求; 另一种是降级作业方式, 其多是在故障或者是异常情况出现时的作业方式, 无人驾驶系统通常需要在人员参与下及时恢复故障。

## 3 露天矿山运输无人驾驶技术标准

### 3.1 SAE 汽车自驾技术标准

美国汽车工程师学会结合自动驾驶技术标准程度进行了等级划分, 通常将其划分出 6 级, 对相关系统的发展方向

进行了计划, 使得相关产业发展拥有了理想条件<sup>[2]</sup>。相关等级的划分对露天矿山运输具有一定的参考价值, 也让无人驾驶技术的改进获取了参考依据, 促使实际工作更具标准性。

### 3.2 矿山运输标准

露天矿山运输中并未构建起相对完整的无人驾驶技术体系, 同时也没有设置出对应的无人驾驶技术标准, 相关制度性亟待完善和优化。近些年, 国家矿山运输行业具备了相对精确的矿山运输通用标准, 同时也有矿山机械设备运输标准和煤矿产业标准等, 这些标准可以实现对矿山道路、矿山运输技术等的研究和分析, 确保国家矿山运输无人驾驶技术拥有一定的研究条件。目前, 露天矿山运输无人驾驶技术的发展需要结合矿山运输情况加以判断, 跟随国家矿山运输行业的发展轨迹建立符合实际的标准体系<sup>[3]</sup>。

## 4 露天矿山运输无人驾驶技术内容

现阶段, 无人驾驶技术运用至露天矿山运输中, 这在一定程度上抵御了恶劣环境对工作人员和运输工作的影响, 如倒车管理、承重装载、主动规避障碍等属于较为常见的场景。相较城市汽车无人驾驶技术, 露天矿山无人驾驶技术多是围绕着多个领域存在的复杂系统, 其涉及多种学科知识。

【作者简介】连鹏凯(1987-), 男, 中国河北武安人, 本科, 工程师, 从事露天矿山无人驾驶研究。

#### 4.1 外界环境感知技术

现阶段, 矿山运输无人驾驶技术的外界环境感知技术受到关注, 其重点是运用了毫米波雷达和专业摄像机等极具技术性的传感器实现对环境的分析, 通过对多种事物的跟踪和检测, 判断矿山运输实际情况, 将检测到的资源传送至相关系统内。事物目标检测技术则是使用了传感仪器等设备将矿山运输的整个空间加以识别, 由此让信息精准度更高。环境预测技术的利用, 也让露天矿山无人驾驶技术在相对恶劣的情况下具备较好的感知效果, 科学地分析运输环境, 促使决策拥有可靠参考依据。露天矿山运输工作开展的阶段, 常常伴有沙尘天气, 若是按照以往的操作方案落实工作, 将会影响到工作实效, 还会威胁人身安全。无人驾驶技术的运用中, 环境感应系统能够受到沙尘天气的直接影响, 对于检测功能和精准度十分不利。为了更好地应对此类问题, 需要运用多源异构传感仪器技术进行完善, 该仪器对于沙尘的实际感知度不高, 同时也需要连接毫米波雷达信息, 由此才能适当的强化系统精准度和安全性。矿山运输道路不够平整, 若是运行过程中反映出剧烈振动状态, 将会影响到基本的工作成果, 还需重视不平整运输道路的应对方案。可以运用无人驾驶技术的实时检测实施指令, 通过对道路信息以及振动强度的具体判断, 保证无人驾驶技术环境感知抗干扰能力得到强化。

#### 4.2 行为决策技术及运行规划技术

露天矿山运输无人驾驶系统中的行为决策技术可以让相关系统接收的信息实现合理整合, 借助智能化分析全面了解外部工作环境, 通过系统运行做好必要决策。目前, 整体性技术重点是结合层次进行分析, 运行规划可以将整体路径规划和部分路径规划反映出来, 由此提取对应的信息资源, 保证选择出合理的安全运行路径, 确保运输时效更加理想<sup>[4]</sup>。部分路径规划则是依照系统中的决策信息加以判断, 从最大程度上迎合运动学条件, 确保露天矿区运输无人驾驶技术的安全性得以保障, 由此制定出科学合理的运行轨迹路线。20世纪, 曾有人对无人驾驶系统的行为决策技术进行细致研究, 借助相应的决策规则作出了判断, 提供了系统智能性决策。21世纪的今天, 也有相关的学者展开细致研究, 诞生出的模型决策方法和技术使得车辆运行有效性得到强化。在具体的运行规划中, 可以结合图搜查规划方法, 同时也能做好空间拟合与优化规划方案。随机取样规划方式可以结合系统特性及时选择运行路径, 所以这种方式被迅速地运用到至相关运输空间。相较城市无人驾驶技术, 露天矿山运输无人驾驶系统则需要配置专业人才, 同时还要有严格的管理制度和工具。应该结合实际的需求准备妥当, 如多种车辆安装定位仪器和通信设备, 确保位置信息的传输更加理想。人员不可随意进入矿山危险区域, 借助中心式控制器可以实现对矿山无人驾驶载具的适当优化。目前, 露天矿山无人驾驶运输技术应该进行深度研究, 在整体上实现对露天矿山载具的规划和管理, 还要适当的节省计算资源, 确保运行载具更加安全,

由此强化运输效率。

#### 4.3 执行及控制技术

执行和控制技术可以让运输车辆在特定情况下强化抗干扰能力, 同时也表现出十足的适应成效。最为基础的控制部分就是纵向以及横向控制技术, 纵向层面能够实现对车辆运行速度的控制, 横向层面则是将车辆的轮转问题加以把控。矿山运输载体一般是借助电力驱动, 但是某些零件处于短缺状态, 想要对其进行改进难度较大。露天矿山运输车辆运用了精度相对理想的动力专业, 借助安装机器人的方式使得控制得当, 保证自身抗干扰能力更加可靠。

#### 4.4 高精度地图绘制技术

普通地图的精度在5cm, 除了呈现出道路形态外, 未能将其细节加以反映, 高精度地图则可以呈现出10cm的范围, 使得道路真实情况更加清楚, 也让坐标信息反映及时, 保证模拟出运输中的道路轨迹和具体方向等。露天矿山中, 矿山环境十分单一, 变化程度不明显, 因此可以自行建设精准度地图, 矿山中的道路则需要及时修护<sup>[5]</sup>。运输阶段, 相关收集载具必须符合标准, 同时还要运用科学方式处理信息。

#### 4.5 矿山作业的场景分析

矿山运输的阶段, 无人驾驶技术应该将多种场景信息合理收集, 当做技术创新的基础内容, 联合基本的运用状态呈现出功能效果, 实现对多种信息的概括与总结, 打造出更为完整且符合预期的设计方案。正常运输场景中应该不存在任何故障, 无人驾驶系统也需要处于稳定运行状态中, 以此才能提高作业效率。

### 5 结语

在露天矿山运输中, 需要认可先进技术的应用优势, 通过适宜的方式规范相关技术的应用过程, 强化技术效力, 保证露天矿山运输工作有条不紊地开展。通过论文的概述, 旨在提供参考和借鉴, 明确露天运输矿山运输中无人驾驶技术的运用要点。

#### 参考文献

- [1] 贺娟妮,王希,王生,等.陕西省黄河流域废弃露天矿山区生态修复实践——以生态文明建设为指导[J].西部探矿工程,2022,34(1):13-15.
- [2] 吕斌,于世杰,张洪宇,等.HC-GBSAR合成孔径雷达边坡监测系统在研山铁矿高陡露天边坡的应用[J].现代矿业,2021,37(12):207-209.
- [3] 肖战定.5G智能化技术在石灰石露天矿开采中的应用——以焦作千业水泥有限公司谷堆后水泥灰岩矿为例[J].技术与市场,2021,28(11):90-91.
- [4] 赵彬,寇向宇,康虔,等.基于G1-EW-MIE-可拓理论的露天矿山卡车调度系统综合评价模型研究[J].金属矿山,2021(10):143-149.
- [5] 戴洪宝,许继影.倾斜摄影测量技术在矿山土石方量计算中的应用——以皖北某露天矿山生态修复项目为例[J].河北北方学院学报(自然科学版),2021,37(3):31-36.