

煤矿采矿新技术及开采方法的思考研究

赵传奇

(枣庄矿业集团有限公司安装撤除分公司, 山东 枣庄 277100)

【摘要】随着现代技术的发展, 煤矿采矿技术和方法也在不断进步与更新。本文深入探讨了传统煤矿采矿方法的局限性, 以及如何通过现代技术, 主要包括自动化、机器人技术、远程控制、智能矿井布局和通风安全技术, 以便提高煤矿的生产效率和作业安全。通过对这些新技术和方法的深入研究, 使其可以更好地理解其在煤矿采矿中的价值与应用前景。

【关键词】煤矿采矿; 新技术; 开采方式

引言:

煤炭作为世界上主要的能源来源之一, 其开采技术与方法直接影响到能源供应的效率和可靠性。传统的煤矿开采方法已经存在了数百年, 尽管在此期间有过多次的技术更新, 但仍存在一些固有的局限性。随着科技的迅速发展, 尤其是在自动化、机器人技术和信息技术领域的进步, 煤矿开采面临着技术革命的时代。本文将对这些新的技术与开采方法进行深入的分析与探讨。

一、煤矿采矿的传统方法

(一) 顶板垮塌法

这种方法在煤层开采中被广泛采用。开采工人首先在煤层中挖出一系列的“房间”, 同时留下一些煤作为支撑柱或“柱子”以支撑天花板。随着开采的进行, 当煤被挖掘完毕后, 柱子逐渐被拆除, 让天花板自然垮塌。这种方法在浅层煤矿中较为常见。

(二) 长壁开采

长壁采矿法适用于较深的煤层。通过使用一台特殊的煤刨机, 该机器在一个长的煤面上移动, 将煤从墙壁上剥离。与此同时, 一个可移动的屋顶支撑系统在机器后面移动, 为工人提供安全的工作区域。当煤被完全剥离后, 支撑会被移走, 让天花板垮塌在已经开采过的区域上。

(三) 断层开采

尽管这种方法更常用于硬岩矿, 但在某些情况下也会用于煤矿开采。在断层开采法中, 开采是从底部开始的, 先挖一个平坦的部分, 然后逐层向上开采。每当一个层次开采完成后, 就用废料或其他材料填充它, 为下一个层次提供一个工作平台。

(四) 高坡法

高坡法与地面开采类似, 但在开采结束后, 利用远程操作的连续采矿机从地面向地下挖掘, 允许从原始露天矿坑的基底挖掘更多的煤。这允许了在不进行地下开采的情况下回收更多的煤矿^[1]。

二、新技术在煤矿采矿中的应用

(一) 自动化和机器人技术在煤矿中的应用

1. 无人驾驶运输车辆。近年来, 随着技术的迅速发展, 无人驾驶车辆在煤矿中的应用已经开始获得广泛关注。据统计, 使用无人驾驶车辆可将矿井内部的物流效率提高 20% 以上。这些车辆配备有先进的雷达、摄像头和 GPS 导航系统, 能够在矿井的复杂环境中准确地进行导航和定位。与普通驾驶车辆与无人驾驶车辆相比, 可以减少 3-5 名工人的操作需求, 从而降低人工成本和潜在的安全风险。在复杂的矿井环境中, 车辆的定位精度通常小于 5cm, 确保运输的准确性和安全性^[2]。

2. 机器人钻探和采样。据研究显示, 使用机器人进行钻探和采样可以将数据收集的速度提高 50%, 同时减少了人工参与的风险。机器人首先通过其内置的 GPS 系统、传感器和激光扫描仪进行定位。在复杂或 GPS 信号不好的矿井内部, 机器人会依靠其室内导航系统来确定自己的位置。一旦确定了钻探的目标, 机器人将使用其高精度的钻头开始钻探。在钻探过程中, 机器人会持续监测地下的各种参数, 如温度、压力和矿石的组成, 以确保取样的准确性。钻探完成后, 机器人会使用专用的装置来收集矿石样本。

3. 远程监控和控制。随着现代通信和信息技术的进步, 远程监控和控制已经成为煤矿开采中不可或缺的一部分。这些技术的引入不仅提高了开采的效率, 还极大增强了工作安全。在矿井关键区域, 如井

口、提升井和关键交通路线上，安装高分辨率摄像头。这些摄像头可以提供实时视频流，帮助操作员远程了解矿井内部的实际情况。

同时，多种传感器（如气体传感器、温度传感器、振动传感器等）被布置在整个矿井中，实时收集各种环境数据。在地面上设立中央控制室，将所有的摄像头和传感器数据集中到这里。通过大屏幕展示，操作员可以清晰地看到矿井的实时情况。收集到的数据会被实时分析，系统可以自动识别异常情况，并向操作员发出警报。例如，当某一区域的有毒气体浓度超标时，系统会立即警告。此外，中央控制室还配备有应急响应计划，一旦发生异常，可以迅速启动应急程序，如切断电源、开启通风系统等，确保工人安全。

4. 智能矿井布局和导航。智能技术的引入正在逐步改变煤矿的面貌，尤其是在矿井布局和导航方面。通过集成先进的传感器、算法和导航技术，现代的煤矿已经可以实现高度自动化的空间布局 and 精确的导航，从而提高生产效率和确保工人安全。首先，可利用地理信息系统（GIS）和三维建模技术，矿井的每一个角落都可以被详细地映射出来。这为日后的开采、管理和维护提供了可视化的基础。其次，通过智能算法，矿井布局可以根据地下资源分布、地质条件和其他关键参数进行自适应调整。此外，智能导航系统还可以对矿井内部的交通流进行实时监控和管理，确保各种设备和人员的平稳流动。最后，基于智能矿井布局的安全路径规划，可在遭遇紧急情况，如矿井内部有毒气体泄漏或发生火灾时，智能导航系统可以为矿工提供最安全、最快速的撤离路径。

5. 机器人巡检和维护。（1）机器人形态与设计：为了适应矿井的复杂环境，如狭窄空间、崎岖地形等，巡检机器人通常采用多足、轮式或履带式设计，使其能够在多种地形中灵活行走。其中，高度集成的传感器，例如高清摄像头、红外摄像机、气体探测器等，确保机器人能够准确捕捉到各种潜在问题。

（2）实时数据传输与分析：机器人在巡检过程中收集到的数据会实时传输至中央控制室进行分析。这些数据包括视频流、环境参数如温度、湿度、有害气体浓度等。通过数据分析，可以及时发现设备的异常工作状态、结构损伤或潜在的安全隐患。（3）自动化维护操作：除了基本的巡检功能，一些高级的机器人还具备自动化维护功能。例如，其可有效清理机器上的灰尘、自动润滑机械零件或进行简单

的维修操作。对于一些复杂的维护任务，机器人可以提供实时的视频支持，使地面的技术人员能够远程指导矿下的工作。（4）紧急响应与安全评估：当机器人在巡检中发现紧急情况，如矿井内部有毒气体超标或结构有损坏的风险时，它会立即发出警报并向中央控制室发送详细信息。机器人还可以在事故发生后进入矿井，进行安全评估和损坏程度的初步检查，为后续的救援和维护工作提供宝贵的信息。（5）持续学习与升级：利用机器学习和人工智能技术，机器人可以根据实际工作中的经验不断地学习和优化自己的操作策略，使得巡检和维护工作更为高效。

（二）高效矿井通风和安全技术的进一步应用

矿井通风是煤矿安全生产的核心环节，它涉及矿井内部的气体控制、热环境管理、有害气体的预防与处理等多个方面。随着技术的不断进步，高效矿井通风和安全技术在煤矿开采中的应用已经取得了显著的成效。

1. 智能通风系统。该系统基于先进的传感器和数据分析技术，智能通风系统能够自动检测矿井内的气体成分、温度、湿度等环境参数，并根据预设的标准进行自动调整。通过实时的数据反馈，系统可以预测并防止有害气体的积聚，确保矿井内气体的正常流通。

2. 无线传感器网络。无线传感器被部署在矿井的关键位置，能够持续监测有害气体的浓度、风速、风向等参数。当检测到异常值时，传感器会自动发出警报，同时通过无线网络将数据实时传输至中央控制室，以便及时采取应对措施。

3. 通风优化模型。基于通风系统需利用高速计算机模拟技术，可以模拟矿井的通风流动，预测不同的通风方案对矿井环境的影响。通过这些模型，矿山管理者可以更加精确地制定通风策略，确保矿井的高效通风同时减少能源消耗。

4. 安全隔离技术。在发生火灾或有害气体泄漏等紧急情况时，安全隔离技术可以迅速切断受影响区域，防止事故扩散。通过安装自动闭合的隔离门、气体抽取设备等，可以在短时间内控制事故，降低对矿工的威胁。

5. 绿色通风技术。为了降低矿井通风的能源消耗和对环境的影响，绿色通风技术如太阳能驱动的风扇、地热通风系统等正在得到广泛应用。这些技术不仅降低了矿山的运营成本，还有助于矿山实现可持续发展目标。

三、创新开采方法的研究与实践

（一）高效低碳的开采方法实践

随着全球对环境问题的关注和煤炭产业面临的碳排放限制，高效低碳的开采方法受到了广泛关注。在煤矿开采过程中，降低碳排放并提高资源开采效率已成为一个重要的研究方向。低碳开采方法主要集中在提高资源利用率、减少能源消耗和应用清洁能源技术。首先，提高矿石回收率是降低碳足迹的关键。通过优化开采策略、采用先进的开采设备和技术，如高效的割煤机和选煤设备，可以大大提高矿石的提取率，从而减少废弃物的生成和后续处理过程中的碳排放。

其次，优化能源消耗结构是另一项核心措施。传统的煤矿开采依赖大量的机械和电力设备，消耗大量能源。通过引入节能技术，如变频技术、智能控制和自动化系统，可以有效降低能源消耗。同时，对开采过程中的能源流进行细致分析，对每一个环节进行能效优化，也是提高整体能效的关键。

再者，利用清洁能源和可再生能源技术，如太阳能和风能，为矿井供电，可以直接减少碳排放。在适当的地理位置，太阳能光伏板和风力发电机可以被部署为矿井的辅助能源来源，减少对化石燃料的依赖。此外，采用封闭循环的水资源管理系统，可以降低水的消耗并减少污染物的排放。这不仅有助于降低碳排放，还能保护周围的生态环境。最后，通过持续的研究和技术创新，开发新型的矿井通风、安全和监控技术，也是推进高效低碳开采方法的关键。例如，采用计算机模拟和数字孪生技术，可以在不实际进行物理开采的情况下，预测和优化矿井的通风和安全状况，从而实现更加高效和环保的开采。

（二）水下煤矿的探索与开采

随着陆地上的煤炭资源逐渐枯竭和对于新能源矿产的持续需求，水下煤矿的探索与开采成为新的研究方向。海底和水下的煤矿资源具有巨大的潜在储量，但其开采面临着许多技术和环境挑战。

1. 水下地质勘探技术。对于水下煤矿的探索，首先要进行深入的地质勘探。利用声呐技术、地下雷达以及深水无人潜航器，可以对海底的地质结构和矿产资源进行初步判断和定位。

2. 安全和环保的开采技术。由于水下煤矿开采存在巨大的安全风险，如突水、气体压力过大、地震等，因此需要先进的安全技术和装备来保障矿工和设备。同时，海底生态环境的脆弱性也要求煤矿开采必须采取严格的环保措施，避免对海洋生态造成不可逆

的伤害。

3. 远程监控和自动化技术。由于水下煤矿的特殊环境，人工直接参与开采的机会较少。因此，远程监控、自动化和机器人技术在此类开采中扮演了重要角色。通过先进的通信技术和中央控制系统，可以实时监测矿井的运行状态，并及时进行调整。

（三）无人矿井的实践与应用

1. 连续化运输解决方案。通过设计悬挂式钢丝绳牵引的轨道矿车，实现了往复式串车提升的连续运输，解决了传统串车提升的不连续问题。为解决无极绳绞车在长距离运输中的限制，还可利用耐磨胶带多点辅助驱动的长距离无极绳牵引系统。此外，还需通过钢丝绳辅助牵引的无轨胶轮车连续运输系统，以便克服传统无轨胶轮车由于爬坡能力不足所带来的应用局限。

2. 辅助运输系统的标准化。针对设备、长料、散料、液体等不同物料类型，需设计多种规格和开口形式的系列化标准容器，以满足不同场景的需求。在此基础上，通过模块化组合的方式，将这些标准化、系列化的装载容器与载物平台结合，实现了物料的“集装箱式”快速装运，为机器人化辅助运输打下了坚实的基础。

3. 智能化建设与实践。无人驾驶的无轨胶轮车和单轨吊已经研制成功并通过现场试验验证。这些设备的应用有效地解决了传统辅助运输系统中由于人为因素导致的失误问题。同时，为应对井下的智能化挑战，还需设计一种“装铲运”一体化重载搬运机器人，解决了井下转运环节和最后 100m 运输的智能化难题。

四、结束语

综上所述，现代技术为煤矿采矿带来了前所未有的机会和挑战。通过深入研究和实践，不仅可以提高煤矿的生产效率，还可以大大降低生产事故的风险，为施工人员提供一个更加安全的工作环境。而这些新技术和方法的广泛应用，也将为我国的煤炭产业带来持续的发展动力。面对未来，煤矿产业应积极拥抱科技，不断探索、创新，努力实现煤矿的高效、安全、环保开采。

参考文献：

- [1] 李峰. 煤矿工程采矿新技术的应用研究分析[J]. 当代化工研究, 2022(4):90-92.
- [2] 王明耀. 煤矿采矿新技术应用探究核心探究[J]. 城镇建设, 2021(1):385-386.